

BMSAP

BULLETINS ET MÉMOIRES
DE LA SOCIÉTÉ D'ANTHROPOLOGIE DE PARIS

Indexée dans SCOPUS, Google Scholar, Academic OneFile, Anthropological Index Online, Anthropological Literature, Biological Abstracts, BIOSIS, ERIH PLUS, GeoRef, OCLC, SCImago, Summon by ProQuest.

Chaque auteur recevra la version électronique définitive de son article pour usage privé uniquement.

Lavoisier

Sommaire

Volume 31 • Numéro 3-4 • Octobre 2019

ARTICLES

- Qu'est-ce qu'une sépulture collective ?
Vers un changement de paradigme
A. Schmitt, S. Déderix **103**
- Les inhumations chasséennes du Pirou et de Vigne
de Bioaux (Valros, Hérault) : un recrutement spécifique
en contexte d'habitat ?
Y. Gleize, G. Goude, M. Gandelin, E. Herrscher **113**
- L'espace funéraire du camp du château à Salins-les-Bains
(Jura, France). Un exemple rare d'inhumations en *formae*
D. Gandia, A. Schmitt, P. Gandel, D. Billoin, Y. Ardagna **129**
- Paléopathologie dentaire et époque contemporaine :
le cimetière des Crottes à Marseille, 1784–1905
M. Perrin, Y. Ardagna, A. Richier, A. Schmitt **153**
- Évolution anthropométrique et physiologique
des surfeurs de haut niveau. Recherche de paramètres
associés à la performance
A. Fleury, J.D. Lafitte, C. Monchaux, F. Bauduer **171**

NOTE

- Impact de la transmission du nom de famille
par ordre alphabétique précédent
P. Darlu **184**

PRIX DE THÈSE

- Cémentochronologie, précision et exactitude
de l'estimation de l'âge au décès chez l'adulte
B. Bertrand **189**

COMPTE RENDU

- Thomas J (2016) Les Incas et la déformation intentionnelle
du crâne. Un marqueur social, culturel, ethnique
et religieux (Presses universitaires de Nancy - Éditions
universitaires de Lorraine)
S. Natahi **199**

NÉCROLOGIE

- Jean Granat (1932-2019)
A. Vialet **201**

Composé et imprimé par Jouve, 1, rue du Docteur Sauvé, 53100 Mayenne
Vol. 31 - N° 3-4 - Dépôt légal : Octobre 2019

BMSAP

BULLETINS ET MÉMOIRES
DE LA SOCIÉTÉ D'ANTHROPOLOGIE DE PARIS

Indexed in SCOPUS, Google Scholar,
Academic OneFile, Anthropological Index
Online, Anthropological Literature,
Biological Abstracts, BIOSIS, ERIH PLUS,
GeoRef, OCLC, SCImago, Summon by
ProQuest.

Each corresponding author will receive the final
electronic version of his article for personal use
only.

Lavoisier

Table of contents

ARTICLES

- What is a Collective Burial? Proposal for a Paradigm Shift
A. Schmitt, S. Déderix **103**
- Chassean Burials of Le Pirou and La Vigne Bioaux
Site (Valros, Hérault): Specific Funerary Recruitment
in Dwelling Context?
Y. Gleize, G. Goude, M. Gandelin, E. Herrscher **113**
- The *Camp du Château* Burial Area (Jura, France).
A Rare Example of Burials in *formae*
D. Gandia, A. Schmitt, P. Gandel, D. Billoin, Y. Ardagna **129**
- Dental Palaeopathology in the Modern Context:
the "Les Crottes" Cemetery in Marseille
(South-Eastern France) 1784–1905
M. Perrin, Y. Ardagna, A. Richier, A. Schmitt **153**
- Anthropometric and Physiological Changes in Top
Level Surfers. Investigation into Performance-Related
Parameters
A. Fleury, J.D. Lafitte, C. Monchaux, F. Bauduer **171**

NOTE

- Impact of Passing on the Last Name in Precedent
Alphabetical Order
P. Darlu **184**

THESIS PRICE

- Cementochronology, Precision and Accuracy of Adult Age
at Death Estimation
B. Bertrand **189**

REPORT

- Thomas J (2016) Les Incas et la déformation intentionnelle
du crâne. Un marqueur social, culturel, ethnique
et religieux (Presses universitaires de Nancy - Éditions
universitaires de Lorraine)
S. Natahi **199**

NECROLOGY

- Jean Granat (1932-2019)
A. Vialet **201**

Qu'est-ce qu'une sépulture collective ? Vers un changement de paradigme

What is a Collective Burial? Proposal for a Paradigm Shift

A. Schmitt · S. Déderix

Reçu le 25 avril 2018 ; accepté le 04 décembre 2018
© Société d'Anthropologie de Paris et Lavoisier SAS 2019

Résumé Depuis sa formalisation à la fin des années 1980, la définition de la sépulture collective a été discutée à plusieurs reprises. Une des ambiguïtés est liée au fait que le terme collectif décrit un fonctionnement alors que sa signification littérale lui confère une forte connotation sociale. Dans la mesure où la définition a été créée il y a plusieurs décennies et que nos connaissances sur la diversité des pratiques funéraires se sont depuis accrues, sa révision devient inévitable. La réflexion sur les écueils de la définition actuelle invite à privilégier comme caractéristique première la chronologie successive des décès plutôt que celle des dépôts et à abandonner l'utilisation du terme collectif dans la phase analytique de l'approche archéothanatologique. Nous proposons ainsi que la sépulture collective soit caractérisée par sa fonction sociale, plutôt que par un mode de fonctionnement.

Mots clés Sépulture collective · Rassemblement des morts · Chronologie des décès · Groupe · Ethnologie · histoire.

Abstract Since its formulation in the late 1980s, the definition of a collective burial has been widely discussed and debated. A major source of confusion is that the term “collective” is used to describe a functional use of a tomb, whereas its literal meaning has strong social connotations. Because our understanding of the diversity of burial practices across human societies has grown dramatically over the past decades, this definition urgently needs revising. From a reassessment of the limits of the current definition, we argue that collective burials are characterized by the timing of the deaths rather than the chronology of the depositions, and

suggest that the term “collective” should be avoided at the analytical level of the archaeothanatological approach. We propose instead that collective burials should be characterized by their social role rather than their functional use.

Keywords Collective burial · Gathering of the dead · Timing of deaths · Group · Ethnology · History.

Introduction

Le terme sépulture collective apparaît dans la littérature archéologique française dès les années 1940 [1-8]. Il s'agit, à l'époque, de distinguer les sépultures individuelles des amas d'ossements découverts dans les tombeaux néolithiques [9]. Le terme est également utilisé dès les premiers travaux sur l'apport des restes osseux à l'étude des sépultures anciennes [10-13] – travaux qui fonderont les principes de l'archéothanatologie. La définition, telle qu'elle est en usage encore aujourd'hui, sera formalisée par J. Leclerc et J. Tarrête [14] : « Le terme de sépulture collective est plutôt réservé aux structures dans lesquelles plusieurs corps ont été déposés successivement, au fur et à mesure des décès. Ce système, qui impose des dispositifs particuliers permettant un accès répété, est surtout caractéristique du Néolithique final d'Europe occidentale ». Au moment de sa création, cette définition avait pour objectif de distinguer les sépultures collectives des sépultures multiples¹, dans lesquelles les corps sont déposés au cours d'une seule opération. Le terme « pluriel » fut créé par la suite pour qualifier l'ensemble des structures funéraires contenant plus d'un individu. La chronologie des dépôts, soit simultanés, soit successifs, devint alors une sous-catégorie, pour autant qu'elle puisse être identifiée.

1. Les dépôts multiples résultent de l'accumulation simultanée de plusieurs individus au cours d'une même opération ou tout au plus dans des intervalles de temps très courts [14].

A. Schmitt (✉)
Aix-Marseille Univ, CNRS, EFS, ADES,
Faculté de Médecine Nord, 50 bd Pierre Dramard,
13344 Marseille cedex 15
e-mail : aureole.schmitt@univ-amu.fr

S. Déderix
Institut für Klassische Archäologie, Universität Heidelberg,
Marstallhof 4, 69117 Heidelberg, Allemagne

Dans la mesure où elle a été créée alors que l'archéologie de la mort² en France en était à ses débuts, il est naturel que la notion de sépulture collective soit discutée et débattue depuis de nombreuses années au regard de l'accroissement de nos connaissances sur la variété des pratiques funéraires et des moyens de les appréhender. Par conséquent, bien que le terme collectif soit utilisé depuis plusieurs décennies, il semble aujourd'hui nécessaire de reconsidérer son emploi pour qualifier une sépulture. Notre réflexion s'organise en trois parties. Tout d'abord, en intégrant les limites déjà soulignées par différents auteurs [15-23], nous discutons les écueils de la définition actuelle. Dans un second temps, nous abordons le sens du terme collectif dans son acception sociale à partir de données ethnographiques et historiques. Celles-ci nous permettent de nous interroger quant aux motivations qui conduisent au rassemblement, dans une même sépulture, de plusieurs individus décédés à des moments différents. La troisième partie propose un changement de paradigme en considérant les notions d'espace, nombre, temporalité et fonction qui caractérisent la sépulture collective.

Écueils de la définition actuelle

Collectif : un terme ambigu

Lors de la présentation des premiers travaux sur la Caune de Belestia, datée du Néolithique moyen, et de sa publication quelques années plus tard [15], la nature collective de cette grotte sépulcrale a été débattue [16]. Outre les perturbations naturelles qui limitaient la restitution du dépôt initial, son ancienneté excluait une quelconque filiation idéologique avec les sépultures collectives du Néolithique final. Il était donc impensable de la classer dans la même catégorie. Suite à ces débats, le terme sépulture collective est considéré comme trop vague par J. Zammit [16], dès lors qu'il ne permet d'englober ni la diversité, ni la complexité des pratiques funéraires. La sépulture collective doit, en effet, être discutée en relation avec sa fonction : rassembler des morts [9].

P. Chambon [17], quant à lui, insiste sur le fait que le terme collectif ne caractérise que l'utilisation de la sépulture, l'idée primordiale portant sur la temporalité des dépôts : « toute interprétation de la sépulture, depuis son architecture jusqu'à sa valeur sociale, dépend en premier lieu de la résolution de l'alternative multiple ou collective » (p. 49). Il souligne que le terme collectif est abusif car nombreuses sont les tombes pour lesquelles la temporalité n'est pas restituable. Par ailleurs, si certaines sépultures antérieures au Néolithique final³ corres-

pondent à la définition de la tombe collective, elles n'ont sans doute pas été conçues comme telles. Au Néolithique final, la sépulture collective désigne un geste funéraire qui traduit un changement d'attitude face à la mort [17, p. 304]. La définition actuelle de la sépulture collective, basée sur son fonctionnement, ne peut donc être pleinement satisfaisante puisque le terme collectif réfère implicitement à une idéologie particulière.

J. Leclerc, de son côté, insiste sur l'utilisation des processus de décomposition pour la gestion du sépulcre des tombes du Néolithique final [18]. Il propose également qu'une sépulture collective « vraie » soit une sépulture à espace sépulcral collectif qui renonce à l'intégrité physique du défunt, idéologie incompatible avec celle de l'inviolabilité post-mortem [19]. Il exclut ainsi les tombes néolithiques dans lesquelles les inhumations sont juxtaposées ainsi que les inhumations actuelles, en cercueil, dans les caveaux. Dans ces deux cas, seule l'architecture du monument est collective, tandis que l'espace interne est individualisé. Ainsi, seules les sépultures du Néolithique final pourraient être qualifiées de collectives.

Les implications idéologiques du terme collectif sont telles que son emploi est généralement évité pour les tombes datées de la fin du Néolithique et associées à du mobilier Campaniforme, bien qu'il s'agisse de structures ré-ouvrables ayant livré des dépôts funéraires successifs. Contenant de 2 à 5 sujets, ces tombes sont plutôt qualifiées de « plurielles » [20], non parce que la chronologie des dépôts n'est pas restituable mais parce que des morts ajoutés ne produisent pas systématiquement du collectif [21], ces « ajouts » ne correspondant pas au concept communautaire inhérent à la sépulture collective. La réutilisation par les Campaniformes d'anciennes tombes collectives résulte plutôt en des dépôts pluriels s'apparentant à des sépultures individuelles [20,22]. Cet exemple d'utilisation du terme « pluriel » démontre bien que la notion de collectif fait référence à des concepts sociaux et qu'elle n'est pas pertinente pour certains contextes qui correspondent pourtant, stricto sensu, à la définition traditionnelle de la sépulture collective.

Discutant de contextes mésolithiques, B. Boulestin [23] insiste sur la caractérisation de l'espace comme paramètre déterminant. Une sépulture collective est un espace partagé par un groupe, ce qui induit un volume vide auquel on accède de façon répétée. Contrairement à J. Leclerc [19], B. Boulestin ne met pas l'accent sur la question d'espaces séparés par des contenants ou des dispositifs architecturaux individuels mais sur la perception de l'espace lui-même. Un caveau de famille qui regroupe des sépultures, tel un cimetière d'un genre particulier, ne serait ainsi pas une sépulture collective. B. Boulestin propose donc l'ébauche d'une nouvelle définition : « une sépulture collective est un espace, au sens d'un volume libre et déterminé, accessible de façon répétée au sein duquel les morts d'un groupe sont déposés

2. A l'époque dénommée « Anthropologie de terrain » et « Archéologie funéraire ».

3. Par exemple, Tumulus de Prissé-la-Charrière [24], Cova de l'Avellaner [25], Baume Bourbon [26] et la Grotte de Montou [27].

à l'issue des funérailles au fur et à mesure des décès, les dépôts eux-mêmes n'étant pas conçus comme des sépultures distinctes » [23, p. 277]. Cette définition maintient le caractère successif des dépôts, insiste sur la caractérisation du volume et introduit les notions de groupe et de conception de la sépulture.

Il ressort de l'ensemble des réserves émises par ces auteurs que le fait de rassembler plusieurs morts dans une même tombe est lié à une idéologie sociale que sous-entend le terme collectif⁴, lequel se trouve pourtant relégué à caractériser un mode de fonctionnement – c'est-à-dire l'utilisation de l'espace sépulcral dans le temps. Comme souligné par B. Boulestin, le terme collectif, utilisé à la fois pour les aspects factuels et fonctionnels, constitue ainsi une source majeure de confusion.

Chronologie des décès, chronologie des dépôts

La temporalité, qui occupe un rôle central au sein de la définition de la sépulture collective, a été peu discutée [17]. Il est généralement admis qu'elle se décline en une alternative : les individus sont déposés soit simultanément, soit successivement. La chronologie des dépôts est ainsi au cœur du discours [17]. Toutefois, celle-ci n'équivaut pas à celle des décès, et encore moins à celle des funérailles. Si la chronologie relative des dépôts permet potentiellement d'accéder à la chronologie des décès (par la perturbation des corps précédents, en partie décomposés, par le nouvel arrivant), elle ne la garantit pas systématiquement. L'équation n'est en effet valable que pour les dépôts primaires et sa fiabilité nécessite que l'assemblage funéraire ait été constitué au cours d'une période relativement longue [28, p. 198].

Les discussions relatives au lien entre la chronologie des dépôts et des décès dans le cas des tombes multiples ont démontré sa nature équivoque. L'existence d'une corrélation repose en effet sur l'hypothèse que les dépôts simultanés illustrent des décès survenus dans un intervalle de temps bref [29]. Les mêmes limites s'imposent dans le cas des dépôts successifs. La définition de la sépulture collective n'envisage qu'un seul cas de figure, à savoir celui des dépôts primaires successifs réalisés au fur et à mesure des décès. Il s'agit là d'un modèle théorique visant à caractériser le rassemblement type du Néolithique final, duquel sont exclus les dépôts secondaires qui s'accorderaient mal avec nos conceptions théoriques de la sépulture collective [17]. Pourtant, il n'y a aucune raison d'écarter d'emblée le cas des doubles funérailles qui peuvent se traduire par des dépôts secondaires dans la sépulture.

La difficulté de restituer le dépôt initial à partir de tels assemblages a déjà été souligné par H. Duday dans un article

où il n'est plus fait mention de décès successifs mais uniquement d'apports échelonnés dans le temps [30]. L'auteur y souligne que la chronologie des dépôts est plus difficile à cerner dans le cas de sépultures secondaires, la simultanéité des dépôts n'indiquant en aucun cas la simultanéité des décès. H. Duday donne également l'exemple des rangements dans les sépultures collectives, pratiqués après la décomposition des cadavres, pour illustrer le fait que ces gestes n'indiquent absolument pas que les individus ont été déposés en même temps, ni qu'ils sont morts au même moment. Nous ajoutons qu'il est également impossible de certifier que les dépouilles ont été introduites successivement et que les décès ont eu lieu à des temps différents. Une telle hypothèse ne peut être acceptée *de facto*. L'analyse des assemblages issus des sépultures néolithiques dites collectives, pour lesquelles le traitement du corps est rarement restituable à l'échelle individuelle, montre que la reconstitution des gestes et des chronologies relatives est complexe [31,32]. Le modèle basé sur un apport successif d'individus au fur et à mesure des décès est trop restrictif et masque en partie la variabilité des pratiques. En effet, il faut également tenir compte du fait que des individus décédés en des temps différents et ayant subi un traitement provisoire peuvent être inhumés simultanément lors de secondes funérailles. Les « ossuaires » Wendat, documentés par les récits de missionnaires [e.g. 33] et les données archéologiques [34,35], illustrent parfaitement ce cas de figure. Les coutumes funéraires des Wendat ont été décrites à plusieurs reprises [e.g. 34,36-38]. Après le décès, le corps était déposé temporairement dans une fosse ou sur une plateforme. Tous les 10 ou 12 ans, lorsque le village était déplacé, les morts étaient exhumés et réinhumés ensemble dans une grande fosse qualifiée d'« ossuaire »⁵ par les archéologues. Cette inhumation simultanée avait lieu au cours de la Fête des Morts (« *Feast of the Dead* »), laquelle durait 7 jours et incluait de nombreux festins, échanges de biens, jeux et danses. Tous les individus décédés depuis la dernière Fête des Morts, à quelques exclusions près, étaient exhumés. Les corps se trouvaient donc dans des états de décomposition variables lors de leur dépôt dans la fosse.

Les « ossuaires » Wendat sont ainsi composés de dépôts secondaires simultanés d'individus qui ne sont pas morts au même moment mais qui ont été rassemblés en un seul épisode. La Fête des Morts fait clairement partie des funérailles dès lors qu'elle achève le cycle funéraire [37,39]. La question qui se pose ici est : les « ossuaires » Wendat représentent-ils des sépultures multiples ou collectives ? Selon les définitions traditionnelles, ils devraient être classés

4. Selon le TLF : Qui concerne un ensemble limité, mais d'une certaine étendue, caractérisé par des traits communs ou considérés comme tels.

5. La signification du terme ossuaire dans ces contextes est différente de celle utilisée en Archéothanatologie. Il s'agit de : « *Burial events where the secondary remains of multiple individuals are re-interred in a generally mixed deposit* » [35].

parmi les sépultures multiples, puisque le dépôt a été réalisé en un seul épisode. Pourtant, le fait que les individus ne sont pas décédés en même temps suggère qu'ils constituent des sépultures collectives. Cet exemple montre que caractériser la sépulture collective comme résultant de dépôts successifs au fur et à mesure des décès induit une limite liée à l'état de la recherche au moment de la définition princeps. La chronologie des décès est un point crucial qui mérite d'être remis au cœur de la réflexion – nous y reviendrons.

Dans cette partie, notre objectif était de faire le point sur les écueils de la définition actuelle. Cette étape nous a conduit à amorcer une réflexion sur le sens du terme collectif en contexte funéraire.

Donner du sens au terme collectif. Pourquoi rassembler au sein d'une tombe des individus décédés à des moments différents ?

Du contexte ethnographique au contexte archéologique

La sépulture collective est un concept archéologique dépourvu de sens dans d'autres disciplines [17] – tout comme la sépulture secondaire [40] et la notion même de sépulture définie archéologiquement. Pourtant, pour donner du sens au terme collectif, il est nécessaire de recourir à d'autres disciplines telles que l'ethnographie. Pour interpréter les pratiques restituées par l'analyse des données archéologiques, on ne peut se couper des données sociales et culturelles [40], mais il convient néanmoins d'en éviter les pièges.

Les premiers travaux sur les sépultures collectives de la Préhistoire récente visaient, entre autres, à comprendre le fonctionnement des sociétés néolithiques en ayant comme point de départ les architectures tels que les dolmens, soit par une approche ethnoarchéologique soit par comparatisme ethnographique [40]. Certains tombeaux des ancêtres de Madagascar [42] ont ainsi été assimilés aux sépultures collectives néolithiques d'Europe occidentale par le biais du mégalithisme et parce qu'ils contiennent les dépouilles de plusieurs individus déposés au fur et à mesure de leur funérailles [43-45]. Ces tombeaux étaient – et sont toujours – considérés à cet égard comme des sépultures collectives. C'est également le cas actuellement de certains dolmens indonésiens [46]. Le même type d'approche a été mené sur les sépultures collectives préhistoriques de Malte avec pour référentiel les « ossuaires » Wendat [47]. Le vocabulaire utilisé pour les tombes issues de contextes archéologiques s'est ainsi vu naturellement transposé, par les archéologues, aux cas ethnographiques⁶. Cependant, l'objectif n'a jamais été de définir la sépulture collective. Par conséquent, au risque

de mener à un raisonnement circulaire, ces exemples ethnographiques ne doivent pas être considérés comme référentiel des sépultures collectives.

D'une manière littérale, le terme collectif signifie « partagé par un groupe ». Il convient donc de discuter de cette notion de groupe, autrement dit, de définir le lien qui unit les défunts déposés dans une même sépulture collective. Nous considérons ci-dessous le cas des rassemblements, dans un espace commun sans partition, d'individus décédés à des moments différents – étant entendu que nous nous intéressons uniquement aux structures funéraires.

Les données ethnographiques

Nous avons sélectionné quelques cas dont la documentation permet d'aborder la fonction du rassemblement des morts dans une même sépulture. Plusieurs groupes de Madagascar, tels que les Merina et les Betsileo placent leurs morts dans des tombeaux collectifs. Dans les deux cas, l'organisation de la parenté est cognatique même si la patrilinéarité est dominante, notamment dans le choix du tombeau [49]. Chez les Betsileo, le défunt est déposé dans la sépulture peu de temps après le décès. Un rituel visant à congédier l'âme a lieu quelques jours après, mais les funérailles ne s'achèvent qu'un an plus tard lors d'une cérémonie au cours de laquelle les biens et propriétés du défunt sont partagés entre ses héritiers. Une nouvelle cérémonie, celle de l'offrande des linceuls, est organisée quelques années après le décès afin d'intégrer le défunt au monde des ancêtres. Ce rite est l'occasion pour les vivants de mettre en œuvre un système de prestations qui permet de créer de nouveaux liens sociaux et de resserrer les liens familiaux [50]. Les Merina accomplissent des rituels similaires, si ce n'est que le rite d'ancestralisation correspond à la cérémonie du *Famadihana* (ou « Retournement des Morts »), laquelle n'est pas nécessaire à l'achèvement du cycle funéraire [42].

Dans les cas des Betsileo et des Merina, les tombes collectives remplissent une fonction structurante. Faute de référence impérative aux choix de la tombe, comme c'est le cas dans un système unilinéaire, le groupe qui construit et entretient une tombe forme une unité stable organisée autour de chefs définis par leur âge ainsi que leur lien généalogique avec les occupants actuels et futurs de la tombe. Les travaux communs de construction et réfection de la tombe sont un facteur de cohésion [51], tandis que celle-ci est l'élément clé de l'enracinement.

Les tombes indonésiennes de Sumba et de Toraja ont récemment fait l'objet d'enquêtes ethnoarchéologiques [52]. La société sumbanaise se divise en clans patrilinéaires et exogames eux-mêmes composés d'un nombre variable de lignages. L'épouse s'installe dans le village où réside le clan de son mari, auquel appartiendront les enfants du couple. Le système de filiation des Toraja est cognatique. Dans les deux

6. La définition de sépulture collective est peu ou prou la même en anglais [48].

groupes, le fonctionnement de la tombe collective est fortement conditionné par le système de descendance [46].

Les Uut Danum de Bornéo rassemblent également leurs défunts dans des maisons des morts [53]. Après la crémation et une période transitoire, les restes du mort sont placés dans une boîte en bois et déposés dans des maisons miniatures élevées sur poteaux. Ces structures, qui rassemblent plusieurs défunts, constituent le double métaphorique de la maison et la demeure de repos des âmes. Elles sont associées à des maisons abritant plusieurs familles de taille moyenne à large qui représentent des lignages cognatiques n'excédant pas 4 ou 5 générations. Les tombes symbolisent l'unité de la maison et démontrent la richesse et le prestige de son fondateur.

Cette configuration est proche des pratiques funéraires des Tlingit de la côte nord-ouest d'Amérique du Nord durant le XIX^e siècle. La société Tlingit était organisée en deux moitiés matrilineaires exogames subdivisées en clans matrilineaires, chaque maison étant basée sur un lignage maternel. Après le décès, le défunt était brûlé et ses restes placés dans un contenant individuel déposé dans une maison des morts. Chaque clan possédait un ensemble funéraire composé de plusieurs tombes-maisons qui accueillait chacune les morts d'une maison et étaient situées derrière les demeures des vivants [54]. Le cycle funéraire s'achevait par la cérémonie du Potlatch, à l'occasion de laquelle le contenant funéraire était changé et/ou remplacé définitivement dans la maison des morts qui pouvait être rénovée voire reconstruite pour l'occasion [54].

Pour le continent Nord-Américain, nous avons également mentionné les Wendat qui sont organisés en clans et lignages matrilineaires [55]. Les lignages étaient impliqués dans un dense réseau de relations entre communautés villageoises [35]. La Fête des Morts était une cérémonie funéraire à haut impact social et politique. Inhumés des défunts dans la même tombe et échanger des biens entre les vivants permettait en effet de renforcer les relations et la cohésion du groupe : en mélangeant les corps de leurs défunts, les vivants exprimaient leur désir d'être unis en paix et en harmonie [36]. Ces secondes funérailles offraient l'opportunité d'initier et de perpétuer des alliances au-delà du village entre les tribus Wendat et même avec des partenaires commerciaux d'autres groupes culturels [37].

Ces quelques exemples montrent que la temporalité des funérailles est variable d'une tombe collective à l'autre. Par contre, dans tous les cas, la tombe est prévue dès sa construction pour recevoir plusieurs défunts selon un programme de recrutement défini par des règles préétablies. Toutefois, cette réglementation possède une certaine souplesse. Ainsi, certains individus sont parfois déplacés dans une nouvelle tombe pour lui conférer une profondeur généalogique. Dans ce cas, le cycle funéraire de l'individu en question s'étant achevé dans sa tombe initiale, il s'agit d'une translation de dépouille en dehors du temps funéraire. Dans le même ordre d'idée, certains individus décédés loin de chez eux peuvent être placés

dans une tombe collective de manière temporaire, en attendant d'être transférés dans leur tombe définitive [42]. Il est également manifeste que l'ensemble de la communauté n'intègre pas la tombe collective. Certains aristocrates Tlingit sont inhumés individuellement [54], tandis que les enfants et les individus décédés d'une mauvaise mort chez les Wendat ne sont pas ré-inhumés lors de la Fête des Morts [38].

Le rassemblement des morts dans un même espace semble pratiqué par des sociétés dont le système politique, économique et social est basé sur la parenté. Le corps social des vivants est reproduit dans une certaine mesure dans les tombes, lieux de nombreux rituels qui se déroulent dans le temps funéraire ou par la suite et sur des échelles de temps variables [46].

Les sources historiques : le cas des caveaux et des sépultures familiales⁷

Au début du Christianisme, l'inhumation individuelle et la préservation de l'intégrité de la dépouille (squelette) sont nécessaires en l'attente du jugement dernier, le sort du corps et la quiétude de l'âme étant étroitement liés [57]. Cependant, l'invulnérabilité du corps perd de son importance au cours du Moyen-Âge [58], comme l'indiquent les nombreux témoignages archéologiques qui démontrent une réutilisation croissante des tombes, après réduction et vidange d'abord, par simples superpositions et/ou recouvrements de tombes ensuite [59]. La manipulation rituelle des cadavres, notamment le transfert d'ossements, devient pratique courante à partir du XI^e siècle, à l'époque où les reliques et les sépultures d'abbés et de nobles sont fréquemment déplacées. Le transfert d'aïeux dans un nouveau caveau devient également possible. Le remuement de la terre du cimetière participe aussi à marquer la cohésion d'un groupe [60], les corps des défunts ensevelis à même la terre se mêlant les uns aux autres [61]. « Mélanger des corps » n'est alors plus prohibé par l'Église. D'ailleurs, plusieurs corps se trouvent également mêlés dans un même espace au sein des fosses communes destinées aux pauvres [62,63].

Les caveaux apparaissent au XIII^e siècle en France et se développent plus tardivement, notamment à l'époque moderne. Il en existe deux sortes. Dans les régions ne disposant pas de cimetières, on peut demander à être inhumé dans une zone réservée à cet effet dans le sous-sol de l'église. Des caveaux communs, devenus obligatoires après la prohibition de l'inhumation en église, ont été construits dans ces zones particulières [64]. De son vivant, l'individu ne peut choisir son lieu de sépulture dès lors que la pratique consiste à

7. Nous ne traiterons pas ici des caveaux contemporains en cimetière qui relèvent d'une autre problématique et reflètent un changement dans la perception du défunt mais également du cimetière durant le XIX^e siècle [56].

remplir les caveaux au fur et à mesure des décès. Pour être inhumé dans une église, il faut l'être dans un caveau. Le rassemblement des défunts est donc purement pratique. Aucun lien social particulier n'unit les individus déposés dans un même caveau si ce n'est qu'ils appartiennent à une communauté chrétienne ancrée dans un territoire. Chaque défunt possède donc sa propre sépulture.

Le caveau de famille représente, quant à lui, une des déclinaisons possibles des tombes familiales. Celles-ci peuvent prendre la forme d'inhumations individuelles juxtaposées dans un édifice religieux ou dans une chapelle d'église, où le fondateur et ses descendants bénéficient d'un droit de sépulture. Une partie de l'église, aménagée ou non de caveaux, peut aussi être concédée à une famille pour son usage privé. Dans les régions où les inhumations en églises sont prohibées, les cimetières sont divisés en zones familiales [65]. Être rassemblés dans un volume commun ou dans une zone comportant des tombes juxtaposées importe peu – c'est là toute la différence entre cette configuration et les exemples ethnographiques mentionnés précédemment. Quoi qu'il en soit, ni la préservation de l'intégrité individuelle ni celle de la tombe n'est obligatoire. Il est donc nécessaire pour comprendre le rassemblement en caveau d'aborder les raisons qui conduisent aux rapprochements familiaux.

Les débuts de la chrétienté signent la naissance d'une communauté d'un genre nouveau qui rompt avec les institutions antiques et se distingue des organisations sociales fondées sur la parenté [66]. L'Église, qui veut se substituer à la parenté charnelle pour une communauté spirituelle, affirme dans un premier temps l'inutilité de tombes familiales (V^e siècle) avant de faire marche arrière et de les autoriser à nouveau à partir du XI^e siècle [67]. L'importance des ancêtres dans le monde féodal constitue le fondement de la parenté aristocratique. En fait, les membres successifs de la lignée paternelle renvoient à l'ensemble des ascendants, voire à la parentèle, le seul mode d'organisation en groupe de parenté que la société médiévale ait connu [68]. Une parentèle est susceptible d'agir collectivement, dans la perspective du salut et pour exercer des droits. La communauté des parents défunts est en quelque sorte cette parentèle. Les biens et droits des vivants leur viennent de ces « ancêtres ». Les morts sont sources de richesse, d'autorité et de pouvoir. Attirer et rassembler les corps s'avère utile pour affirmer une suprématie [67]. Au cours du Moyen-Âge, les seigneurs se réclament d'ancêtres-fondateurs prestigieux. Ces généalogies légitiment leur pouvoir en le fondant sur une longue série de morts renommés. Le culte des morts justifie l'ordre seigneurial en rendant visibles les institutions de la société. Au Moyen-Âge et à l'époque moderne⁸, le caveau de

famille, comme les autres tombes familiales, rassemble les défunts dans un but politique. Ce type de tombe partage de nombreux points communs avec les exemples ethnographiques mentionnés ci-dessus. Des ascendants peuvent être déplacés dans un caveau fraîchement construit pour donner de la profondeur généalogique à la tombe [70]. Le rassemblement est basé sur la parenté et réservé uniquement à une partie de la population, celle qui justifie des droits et des biens par la généalogie. Ces caveaux possèdent bel et bien une dimension collective mais des modalités alternatives semblent répondre aux mêmes exigences.

Vers un changement de paradigme

La définition actuelle de la sépulture collective s'articule autour de trois notions : l'espace, le nombre et la temporalité. Nous proposons ici de réévaluer ces trois notions, et d'en introduire une quatrième, à savoir la fonction de la sépulture collective.

La notion d'espace a été discutée notamment par J. Leclerc et B. Boulestin [19,23] qui utilisent le caveau comme étant l'exact opposé de la tombe collective. Celle-ci rassemble plusieurs morts dans une sépulture alors que le caveau rassemble plusieurs sépultures dans un même lieu [19,23]. Ainsi, un tombeau des ancêtres de Madagascar se distingue clairement d'une crypte ou d'un caveau familial de l'époque moderne dans lesquels chaque défunt possède sa sépulture et son cercueil [23]. Le TLF va dans ce sens : le caveau y est défini comme une pièce construite qui reçoit plusieurs sépultures. Pour certains historiens, en revanche, il s'agit d'une petite cave dans le sous-sol d'une église ou d'une chapelle d'église qui peut recevoir la sépulture d'une famille [71], tandis que d'un point de vue archéologique, un caveau est une construction maçonnée souterraine susceptible de recevoir plusieurs sépultures, simultanées ou consécutives [72]. Cette absence de définition univoque du caveau démontre que la perception de la notion de sépulture varie d'un contexte et d'une discipline à l'autre. Par conséquent, établir une différence entre le rassemblement de plusieurs sépultures dans une tombe (caveau médiéval), d'une part, et la réunion de plusieurs corps dans une sépulture unique (tombeau des ancêtres), d'autre part, nécessite que la notion de sépulture soit équivalente dans les deux contextes, ce qui est improbable. Considérer que, pour les populations de Madagascar, les tombes collectives ne constituent pas des juxtapositions de sépultures individuelles n'est qu'une hypothèse ; il est possible que ce paramètre si important à nos yeux ne les préoccupe guère. Par ailleurs, pour les périodes médiévale et moderne, une sépulture est un lieu où se trouve enseveli un mort ou un support du souvenir⁹ [71,73].

8. Plus tard, même si le système féodal disparaît d'un point de vue politique, il sera maintenu en tant que régime social. L'abolition définitive du régime féodal advient lors de la révolution française [69].

9. Elle peut également se référer à l'ensemble des opérations rituelles funéraires et à une organisation funéraire institutionnalisée.

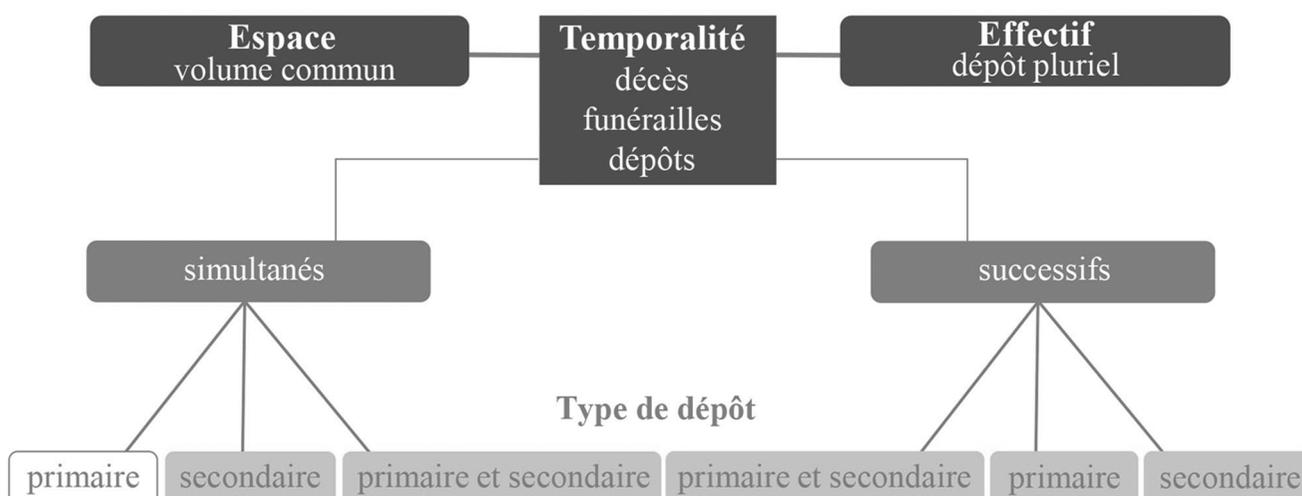


Fig. 1 Composition des assemblages pour lesquels la dimension collective peut être envisagée (en orange) / *Composition of the assemblages for which the collective aspect may be debatable (in orange)*

Il n'est pas précisé si plusieurs individus rassemblés dans un espace commun bénéficient chacun de leur sépulture. Comme nous l'avons mentionné, la préservation de l'individualité et de l'intégrité du corps n'est plus obligatoire à partir du XI^e siècle dans la sphère chrétienne. Pour comparer des contextes issus de données ethnographiques et de sources historiques, il est nécessaire de pouvoir s'extraire de la définition archéologique de la sépulture, tout en conservant comme critère factuel commun le rassemblement de corps dans un même volume.

En résumé, l'espace d'une sépulture collective se caractérise par un volume commun non partitionné [23,29]. Un contenant tel un cercueil ou un vase¹⁰ ne constitue pas une partition de l'espace qui s'apparente plutôt à une division en locus comme dans les catacombes chrétiennes romaines. En effet, celles-ci sont conçues comme des juxtapositions de tombes individuelles qui, pour des raisons pratiques liées à la gestion de l'espace urbain, sont creusées en sous-sol [74]. Il s'agit de cimetières souterrains.

Le volume commun d'une sépulture collective peut être accessible de façon répétée, ou ne pas l'être. En effet, la condition de l'accessibilité ne s'applique que dans le cas de dépôts primaires successifs, lesquels ne représentent qu'une modalité parmi d'autres de rassembler des morts.

La seconde notion liée à la définition de la sépulture collective, celle du nombre, ne pose pas de problème majeur [23]. Soit l'espace contient les restes d'un seul sujet, auquel cas il s'agit d'une tombe individuelle, soit il en contient plusieurs. Les dépôts collectifs, tout comme les dépôts multiples comprennent ainsi les restes de 2 à N individus.

En revanche, la temporalité du contenu d'une tombe, qui revêt des facettes multiples dans les pratiques mortuaires,

mérite d'être décomposée. Chronologie des décès et chronologie des dépôts doivent être clairement distinguées et discutées tour à tour. En effet, toutes les configurations à l'exception du dépôt pluriel simultané primaire peuvent se rencontrer, à priori, dans une sépulture qui contient des individus qui ne sont pas décédés en même temps (fig. 1) – contrairement à ce que suggérerait la définition princeps, laquelle n'envisageait que les dépôts successifs au fur et à mesure des décès. La temporalité des dépôts ne peut donc être considérée comme une caractéristique clé de la sépulture collective ; au contraire, elle est une modalité parmi d'autres de rassembler des individus. C'est la chronologie des décès qui prime, ce qui implique que la dimension collective d'une tombe se pose pour un dépôt pluriel composé d'individus qui ne sont pas décédés en même temps.

La question de la temporalité nous amène à une problématique épistémologique plus large : l'utilisation du terme collectif pour caractériser un fonctionnement (utilisation de l'espace dans le temps) alors que la connotation du terme collectif réfère plutôt à une fonction (sociale), ce qui génère nécessairement une confusion que l'approche archéothanatologique permet d'éviter. En effet, celle-ci est organisée en trois niveaux [40,75] :

- 1) la description et l'enregistrement des faits sur le terrain ;
- 2) la restitution du dispositif initial (c'est-à-dire son apparence au moment de sa constitution) et de l'action qui a conduit à l'assemblage ;
- 3) l'interprétation de ces actions (c'est-à-dire la restitution de la pensée ayant guidé le geste) par une approche intégrative [12].

Pour éviter toute forme de confusion, les termes utilisés pour décrire, analyser et interpréter les dépôts se doivent d'être distincts [23]. Par exemple, il est admis que tous les

10. Qui contient des os crémés par exemple.

restes humains ne sont pas des témoignages de sépultures [76]. Le terme sépulture faisant partie intégrante du vocabulaire du troisième niveau de l'approche archéothanatologique, le terme dépôt lui est préféré au second niveau. De la même manière, le terme collectif, actuellement ancré dans le niveau analytique (niveau 2), devrait être employé exclusivement dans le cadre de l'interprétation (niveau 3). Nous proposons donc l'abandon des termes « collectif » et « multiple » au second niveau de l'approche archéothanatologique, au profit des termes « successifs » et « simultanés » (fig. 1).

Ainsi, une fois la restitution des gestes effectuée et la caractérisation du contenu de la tombe menée, la nature funéraire de l'assemblage doit être démontrée, puis son caractère collectif discuté, la conjonction de toutes les caractéristiques possibles permettant les interprétations.

Notre réflexion nous mène donc à caractériser une sépulture collective par sa fonction. Les exemples ethnographiques et historiques discutés ci-dessus indiquent que les sépultures rassemblant des individus décédés en des temps différents ont une fonction politique et économique très forte, basée sur la force de la généalogie. Les défunts et leurs dépouilles sont utilisés pour légitimer des biens et/ou un pouvoir, mais aussi pour développer, maintenir et renforcer des relations sociales et des alliances. Nous considérons de ce fait qu'un caveau familial est une sépulture collective, dès lors qu'il occupe la même fonction sociale que les tombes documentées en ethnographie.

Que la parenté soit au cœur de ces rassemblements n'est pas étonnant puisque celle-ci, à des degrés divers, régit les sociétés par des principes de filiation, d'alliance et de résidence. Toutefois, aucune adéquation ne semble exister entre système de parenté et pratique collective. Les sociétés lignagères africaines ne pratiquent que rarement le rassemblement des défunts dans une tombe [77] bien que leur système politique et économique repose fortement sur celui la parenté. Par ailleurs, les caveaux collectifs médiévaux ne sont qu'une possibilité parmi d'autres de répondre à cette manipulation du pouvoir par les restes matériels des morts.

Les idéologies religieuses et/ou sociales qui conduisent au rassemblement des morts dans une tombe sont évidemment variées et ce thème mérite une recherche à large échelle. Outre les informations issues de l'analyse des restes osseux et les objets déposés avec les morts, le type architectural, le lieu d'implantation mais aussi la temporalité de la tombe (rythme et durée d'utilisation) sont autant d'éléments informatifs pour caractériser un groupe. Les analyses bayésiennes des datations radiocarbones permettent d'affiner l'histoire des tombes, pensée, à présent, à l'échelle de générations humaines, ce qui permet de mieux circonscrire les enjeux de la mémoire sociale inhérente aux tombes collectives [78]. L'ensemble de ces éléments permettront de proposer des hypothèses quant à la nature des liens unissant le

groupe d'individus partageant une sépulture mais décédés en des temps différents.

Conclusion

Nous avons tenté de caractériser ce qu'est une sépulture collective en partant des écueils de sa définition actuelle, mentionnés, en partie, depuis plusieurs décennies par différents auteurs. Outre le fait que le terme collectif soit équivoque, le fonctionnement proposé dans la définition princeps n'est qu'une possibilité parmi d'autres de rassembler des défunts qui ne sont pas décédés en même temps. La chronologie des décès est le paramètre qui caractérise en premier lieu un assemblage pour lequel le caractère collectif se pose. Par conséquent, la notion de sépulture collective gagnerait à ne plus être basée sur son mode de fonctionnement (plusieurs corps déposés successivement au fur et à mesure des décès impliquant un accès répété) mais sur sa fonction (raison pour laquelle des individus sont rassemblés). Selon une première enquête menée sur des sources historiques et ethnographiques, la sépulture collective réunit des individus qui appartiennent à un même groupe régi par la généalogie. Toutefois, à ce stade, le champ lexical du terme collectif doit rester ouvert car d'autres recherches sont nécessaires pour circonscrire l'ensemble des motivations qui impliquent le rassemblement des morts dans un même espace.

Liens d'intérêts : Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

Bibliographie

1. Vallois H (1943) Les caractères différentiels des os longs chez certaines populations préhistoriques de la France. *BMSAP*, IXe série, 4:1-24
2. Nougier LR (1954) Le vase polypode pyrénéen en Europe occidentale. *Pallas* 2:177-97
3. Audibert J (1958) La période chalcolithique dans le Languedoc oriental. *Gallia Préhist* 1:39-65
4. Leroi-Gourhan A, BailLOUD G, Brézillon M., Monmignaut C (1962) L'hypogée II des Mourmouards (Mesnil-sur-Oger, Marne). *Gallia Préhist* 5(1):23-132
5. Caillaud R, Lagnel E (1967) Sépulture collective de Bardouville (carrière de Beaulieu). *Annales de Normandie* 17(4):281-311
6. Masset C (1971) Une sépulture collective de la Chaussée Tirancourt. *Bull Soc Préhist Fr* 68(6):178-82
7. Courtin J (1974) Le Néolithique de la Provence. Société préhistorique française (Mémoire 11), Paris, 360 p
8. Leclerc J (1975) Problèmes d'observation et de terminologie à propos de la sépulture collective de la Chaussée-Tirancourt (Somme). In : Leroi-Gourhan A (ed) Séminaire sur les structures d'habitat : les sépultures. Collège de France, Paris, pp 20-5
9. Zammit J (1986) Réflexions historiographiques préliminaires autour d'un mémoire « revisité ». In : Guilaine J, Vaquer J, Zammit J (ed) Grottes sépulcrales préhistoriques des Hautes-Corbières. Archives d'Ecologie Préhistorique, Toulouse, pp 19-27

10. Duday H (1978) Archéologie funéraire et anthropologie. Application des relevés et de l'étude ostéologique à l'interprétation de quelques sépultures pré- et protohistoriques du Midi de la France. *Cahiers Anthropol* 1:55-101
11. Duday H (1980) Les rites funéraires en Languedoc au cours du troisième millénaire. In: Le groupe de Veraza et la fin des temps néolithiques dans le Sud de la France et en Catalogne. CNRS, Paris, pp 273-82
12. Duday H (1981) La place de l'anthropologie dans l'étude des sépultures anciennes. *Cahiers Anthropol* 1:27-42
13. Duday H, Masset C (1987) Anthropologie physique et archéologie : méthodes d'étude des sépultures. CNRS, Paris, 402 p
14. Leclerc J, Tarrete J (1988) Sépulture. In: Leroi-Gourhan A (ed) *Dictionnaire de la Préhistoire*. PUF, Paris, pp 1002.
15. Claustre F, Zammit J, Blaize Y (1993) La Cauna de Belestà : une tombe collective il y a 6000 ans. *Centre d'Anthropologie des Sociétés rurales*, Toulouse, 286 p
16. Zammit J (1986) Sépultures collectives et nécropoles. *Bull Soc Préhist Fr* 83(3):226-8
17. Chambon P (2003) Les morts dans les sépultures collectives néolithiques en France : du cadavre aux restes ultimes. CNRS, Paris, 395 p
18. Leclerc J (1999) Un phénomène associé au mégalithisme : les sépultures collectives. In: Guilaine J (ed) *Mégalithismes, de l'Atlantique à l'Éthiopie*. Errance, Paris, pp 23-40
19. Leclerc J (2003) Sépulture collective, espace sépulcral collectif. In: Chambon P, Leclerc J (ed) *Les pratiques funéraires néolithiques avant 3500 av. J.-C. en France*. Société préhistorique française (Mémoires de la Société préhistorique française 33), Paris, pp 321-2
20. Lemermissinoff Y, Tcheremissinoff Y (2011) Du Néolithique final au Bronze ancien : les sépultures individuelles campaniformes dans le sud de la France. CNRS (Gallia Préhistoire XLI supplément), Paris, pp 177-96
21. Jeunesse C (2015) Les statues menhirs de Méditerranée occidentale et les steppes. Nouvelles perspectives. In: Rodriguez G, Marchesi H (ed) *Statues-menhirs et pierres levées du Néolithique à aujourd'hui*. Direction régionale des affaires culturelles Languedoc-Roussillon, Montpellier, pp 123-38
22. Tcheremissinoff Y (2006) Les sépultures simples et plurielles du Campaniforme et du Bronze ancien dans le Bassin rhodanien et ses zones d'influences. *Archaeopress (BAR International Series 1531)*, Oxford, 155 p
23. Boulestin B (2016) Les sépultures mésolithiques de Tévéc et Hoedic : révisions bioarchéologiques. *Archeopress*, Oxford, 307 p
24. Laporte L, Joussaume R, Scarre C (2002) Le tumulus C de Péré à Prissé-la-Charrière (Deux-Sèvres). *Gallia Préhist* 44:167-214
25. Bosch-I-Lloret A, Tarrus-I-Clater J (1990) La Cova sepulcral del Neolithic antic de l'Avellaner (Cogolls, Les Planes d'Hostoles, La Garrotxa). *Centre d'investigacions arqueologiques de Girona*, Girona, 128 p
26. Zémour A (2013) Gestes, espaces et temps funéraires au début du Néolithique (VI^e millénaire et première moitié du Ve millénaire cal. BC) en Italie et en France méridionale. *Bull Soc Préhist Fr* 111(1):143-4
27. Valentin F, Donat R, Claustre F (2003) La gestion de l'espace sépulcral Néolithique moyen de la grotte de Montou (Pyrénées-Orientales) : un essai d'interprétation. In: Chambon P, Leclerc J (ed) *Les pratiques funéraires néolithiques avant 3500 av. J.-C. en France et dans les régions limitrophes*. Société Préhistorique Française (Mémoires de la Société préhistorique française 33), Paris, pp 301-14
28. Duda H (2005) L'archéothanatologie ou l'archéologie de la mort. In: Dutour O, Hublin JJ, Vandermeersch B (ed) *Objets et méthodes en paléanthropologie*. CTHS, Paris, pp 153-206
29. Boulestin B (2008) Pourquoi mourir ensemble ? A propos des tombes multiples dans le Néolithique français. *Bull Soc Préhist Fr* 105:103-30
30. Duda H (2007) Les preuves archéologiques d'une crise brutale de mortalité : simultanéité du dépôt de cadavres, simultanéité des décès. In: Castex D, Cartron I (ed) *Epidémies et crises de mortalité du passé*. Ausonius Editions (Etudes 15), Bordeaux, pp 15-21
31. Masset C, Pelegrin J, Plisson H, et al (2013) L'allée couverte du bois d'Archemont à Méréaucourt (Somme). *Gallia Préhist* 55:73-180
32. Schmitt A, Bizot B (2016) Retour d'expériences sur l'étude de trois assemblages osseux issus de sépultures collectives néolithiques. *BMSAP* 28(3-4):190-201
33. Thwaites RG (1896-1901) The Jesuit relations and allied documents: travels and explorations of the Jesuit missionaries. In: *New France 1610-1791*, volume 13: Hurons, Cleveland
34. Ubelaker D (1974) *Reconstruction of Demographic Profiles from Ossuary Skeletal Samples*, Smithsonian Institution, Washington, 79 p
35. Williamson RF, Steiss DA (2003) A history of Iroquoian burial practice. In: Williamson RF, Pfeiffer S (ed), *Bones of the Ancestors: The Archaeology and Osteobiography of the Moatfield Ossuary*. Canadian Museum of Civilization, Gatineau, pp 89-132
36. Tooker E (1964) *An Ethnography of the Huron Indians, 1615-1649*. Smithsonian Institution, Washington, 183 p
37. Trigger BG (1969) *The Huron. Farmers of the North*. Holt, Rinehart and Winston, New York, 130 p
38. Sioui GE 1999 *Huron-Wendat. The Heritage of the Circle*, UBC Press, Vancouver, 258 p
39. Birch J, Williamson RF (2015) Navigating ancestral landscapes in the Northern Iroquoian world. *J Anthropol Archaeol* 39:139-50.
40. Boulestin B, Duda H (2005) Ethnologie et archéologie de la mort : de l'illusion des références à l'emploi d'un vocabulaire. In: Mordant C, Depierre G (ed) *Les pratiques funéraires à l'âge du Bronze en France*. CTHS, Paris, Société archéologique de Sens, Sens, pp 17-30
41. Jeunesse C (2016) De l'île de Pâques aux mégalithes du Morbihan. Un demi-siècle de confrontation entre ethnologie et archéologie autour du mégalithisme. In: Jeunesse C, Le Roux P, Boulestin B, *Mégalithismes vivants et passés : approches croisées*. Archeopress, Oxford, pp 3-17
42. Bloch M (1971) *Placing the Dead. Tombs, Ancestral Villages, and Kinship Organization in Madagascar*. Seminar Press, London & New York, 241 p
43. Joussaume R, Raharijaona V (1985) Sépultures mégalithiques à Madagascar. *Bull Soc Préhist Fr* 82:534-51
44. Parker Pearson M (2003) *The Archaeology of Death and Burial*. Texas A&M University Press, College Station, 258 p
45. Joussaume R (1994) La mort à Madagascar. In: *La Mort, passé, présent, conditionnel*. Actes du colloque organisé par le Groupe Vendéen d'Etudes Préhistoriques à la Roche-sur-Yon, Juin 1994. pp. 95-102
46. Jeunesse C, Denaire A (2018) Current collective graves in the Austronesian world: a few remarks about Sumba and Sulawesi (Indonesia). In: Schmitt A, Déderix S, Crevecoeur I (ed) *Gathered in Death. Archaeological and Ethnological Perspectives on Collective Burials*. PUL (Aegis 14), Louvain-la-Neuve, pp. 85-105
47. Malone C, Stoddart S, Bonanno A, et al (2009) Mortuary Customs in Prehistoric Malta: Excavations at the Brochtorff Circle at Xagħra (1987-94). *McDonald Institute for Archaeological Research*, Cambridge, 521 p
48. Bray W, Trump D (1970) *The Penguin Dictionary of Archaeology*. Penguin Books, Baltimore, 283 p
49. Kottak CP (1980) *The Past in the Present: History, Ecology and Cultural Variation in Highland Madagascar*. University of Michigan Press, Ann Arbor, 339 p

50. Rajaonarimanana N (1979) Achèvement de funérailles et offrandes de linéuls : rites funéraires et commémoratifs du Betsileo de Manandriana. In: Guiart J (ed) *Les Hommes et la mort. Rites funéraires à travers le Monde*. Le Sycomore, Paris, pp 180–93
51. Raison JP (1986) L'enracinement territorial des populations Merina (Hautes terres centrales malgaches). *Fondements, modalités, adaptations*. *Espace géographique* 15(3):161–71
52. Jeunesse C (2016) A propos des conditions de formation des assemblages osseux archéologiques dans les sociétés pré-littéraires disparues européennes (Néolithique et Protohistoire). Une analyse ethnoarchéologique dans deux sociétés vivantes de l'Asie du Sud-Est. *Journal of Neolithic Archaeology* 18:115–56
53. Couderc P (2012) Separated dead and transformed ancestors: two facets of ancestors among the Uut Danum of West Kalimantan. In: Couderc P, Sillander K (ed) *Ancestors in Borneo Societies. Death, Transformation, and Social Immortality*. NIAS Press (Studies in Asian Topics 50), Copenhagen, pp 153–206
54. Kan S (1986) The 19th-century Tlingit Potlatch: a new perspective. *American Ethnologist* 13(2):191–212
55. Birch J (2008) Rethinking the archaeological application of Iroquoian kinship. *CJA* 32:194–213
56. Bertrand R, Carol A (2016) Aux origines des cimetières contemporains. *Les réformes funéraires de l'Europe occidentale*. Presses Universitaires de Provence, Aix-en-Provence, 380 p
57. Treffort C (1996) L'église carolingienne et la mort. Presses universitaires de Lyon (Collections d'Histoire et d'Archéologie médiévales), Lyon, 220 p
58. Lauwers M (2005) Naissance du cimetière. Lieux sacrés et terre des morts dans l'Occident médiéval. Aubier (Collection historique), Paris, 394 p
59. Gleize Y (2010) Réutilisation de tombe au Moyen Age. Choix et opportunités dans la gestion des espaces funéraires. *Archéopages* 29:48–55
60. Dierkens A, Treffort C (2015) Le cimetière au village dans l'Europe médiévale et moderne. Rapport introductif. In: Treffort C (ed) *Le cimetière au village dans l'Europe médiévale et moderne*. Presses Universitaires du Midi, Toulouse, pp 7–19
61. Raynaud C (2011) Les nécropoles de Lunel-Viel de l'Antiquité tardive au Moyen Age. Editions de l'Association de la Revue Archéologique de Narbonnaise (Revue Archéologique de Narbonnaise supplément 41), Montpellier, pp 187-92
62. Aries P (1975) *Essais sur l'histoire de la mort en Occident du Moyen-Âge à nos jours*. Seuil, Paris, 641 p
63. Alexandre-Bidon D (1998) *La Mort au Moyen Age. XIIIe-XVIIe*. Hachette, Paris, 333 p
64. Bertrand R (2006) « Ici nous sommes réunis » : le tombeau de famille dans la France moderne et contemporaine. *Rives méditerranéennes* 24:63-72
65. Bertrand R (2000) Le statut des morts dans les lieux de cultes catholiques à l'époque moderne. *Rives méditerranéennes* 6:9-19
66. Lauwers M (2015) Naissance du cimetière. Lieux sacrés et terre des morts dans l'Occident médiéval. Aubier (Collection historique), Paris, 394 p
67. Lauwers M (1997) *La mémoire des ancêtres. Le souci des morts*. Beauchesne, Paris, 537 p
68. Guerreau Jalabert A (1981) Sur les structures de parenté dans l'Europe médiévale. *Annales, ASC* 6:1028-49
69. Clere JJ (2005) L'abolition des droits féodaux en France. *Cahiers d'histoire. Revue d'histoire critique* 94-95:135-57
70. Blanchard P, Kacki S, Rouquet J, et al (2014) Le caveau de l'église Saint-Pierre d'Épernon (Eure-et-Loir) et ses vestiges : protocole d'étude et premiers résultats. *Revue archéologique du centre de la France* 53 [<http://journals.openedition.org/racf/2167>]
71. Bertrand R (2016) Le vocabulaire de la sépulture et du cimetière depuis le XVIIe siècle : l'exemple français. Lauwers M, Zémour A (ed) *Qu'est-ce qu'une sépulture ? Humanités et systèmes funéraires de la préhistoire à nos jours*. APDCA, Antibes, pp 123–40
72. Esquieu Y (1994) Les caveaux funéraires. In: *Archéologie du cimetière chrétien. Actes du 2e colloque ARCHEA (Orléans, 1994)*. Fédération pour l'édition de la Revue archéologique du centre de la France (Supplément 11), Tours, pp 205-14
73. Lauwers M (2016) Sépulture, sépulture, cimetière. Lexique, idéologie et pratiques sociales dans l'Occident médiéval. In: Lauwers M, Zémour A (ed) *Qu'est-ce qu'une sépulture ? Humanités et systèmes funéraires de la préhistoire à nos jours*. APDCA, Antibes, pp 95–111
74. Fioocchi Nicolai V, Bisconti F, Mazzoleni D (1999) *Les catacombes chrétiennes de Rome : origine, développement, décor, inscriptions*. Verlag Schnell & Steiner, Regensburg, 207 p
75. Duday H, Sellier P (1990) L'archéologie des gestes funéraires et la taphonomie. *Les Nouvelles de l'Archéologie* 40:19–21
76. Boulestin B (2012) Champ de la discipline : concepts et mise en œuvre. Bonnabel L (ed) *Archéologie de la mort en France. La Découverte*, Paris, pp 25–41
77. Langlois O (2016) Sépultures individuelles et collectives dans les montagnes du Nord-Cameroun : réflexions autour de deux modèles de « machine » à ancestraliser. In: Lauwers M, Zémour A (ed) *Qu'est-ce qu'une sépulture ? Humanités et systèmes funéraires de la préhistoire à nos jours*. APDCA, Antibes, pp 431–49
78. Sévin-Allouet C (2016) Temps, espace et mémoire dans les sépultures collectives de Grande-Bretagne. Une approche théorique. *Bull Soc Préhist Fr* 113:31–56

Les inhumations chasséennes du Pirou et de Vigne de Bioaux (Valros, Hérault) : un recrutement spécifique en contexte d'habitat ?

Chassean Burials of Le Pirou and La Vigne Bioaux Site (Valros, Hérault): Specific Funerary Recruitment in Dwelling Context?

Y. Gleize · G. Goude · M. Gandelin · E. Herrscher

Reçu le 28 septembre 2017 ; accepté le 18 juillet 2018
© Société d'Anthropologie de Paris et Lavoisier SAS 2018

Résumé Les sites néolithiques moyens du Pirou et de la Vigne de Bioaux à Valros (Hérault, France) sont distants de moins de 300 m. Ils sont tous deux attribuables à la phase ancienne de la culture chasséenne (4300–4100 av. J.-C.). Le premier regroupait plus de 150 structures excavées dont sept contenaient des inhumations individuelles. Le second a livré une quinzaine de fosses dont une contenait une inhumation individuelle. La mise en évidence d'une proximité étroite entre les inhumations et l'espace domestique ainsi que les différentes études pluridisciplinaires engagées offrent l'occasion de croiser un ensemble de données permettant d'interroger le statut des individus inhumés en fosses domestiques réemployées. L'analyse anthropologique et isotopique a, ainsi, permis de caractériser les huit individus et d'apporter de nouveaux éléments de discussion relatifs au phénomène des inhumations chasséennes en contexte d'habitat. Malgré la taille de l'effectif, les données anthropologiques ont montré la particularité de ces sujets, tous féminins, et l'hétérogénéité des données métriques. Des analyses isotopiques ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$) menées sur les restes humains et animaux ont été confrontées aux résultats de découvertes régionales

récentes dans une perspective paléoalimentaire et paléocomportementale. Les données anthropologiques et isotopiques montrent, ainsi, une hétérogénéité très importante des défunts, qui permet d'interroger les modalités de constitution de ce groupe d'individus. Cette étude souligne la nécessité de poursuivre les discussions également sur des effectifs faibles si l'on veut comprendre toute la diversité des pratiques funéraires existant durant le Chasséen méridional ainsi que la corrélation qui pourrait exister entre le statut social des sujets et le traitement funéraire dont ils font l'objet.

Mots clés Inhumations · Recrutement · Étude ostéométrique · Isotopes stables · Alimentation · Néolithique moyen

Abstract The Middle Neolithic sites of Le Pirou and La Vigne de Bioaux in Valros (Hérault, southern France) are less than 300 m apart. Both can be attributed to the early Chassean culture (4300–4100 BC). Excavations in the former site revealed more than 150 domestic pits, 7 of which contained single burials. The latter site revealed about fifteen domestic pits, including one single burial. Thanks to the close proximity between the burials and the domestic area and to the various multidisciplinary studies under way; we were able to cross-analyse the datasets to investigate the status of the individuals buried in pits used for domestic purposes. Anthropological and isotopic analyses enabled us to characterise the eight individuals and to contribute new points of discussion on Chassean burials in domestic contexts. Despite the small number of individuals, the anthropological data brought out the particularities of these individuals, all female, and the heterogeneousness of the metric data. Isotopic analyses ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$) of the human and animal remains were compared, from a paleodiet and a paleobehavioural perspective, with the results of recent discoveries in the region. The anthropological and isotopic data have showed the very heterogeneous nature of the buried

Y. Gleize (✉)
Inrap Auvergne-Rhône-Alpes, 12 rue Louis Maggiorini,
69500 Bron, France
e-mail : yves.gleize@inrap.fr

UMR 5199, PACEA, université de Bordeaux, Bat B8,
Allée Geoffroy St Hilaire, CS 50023,
33615 Pessac Cedex, France

G. Goude · E. Herrscher
LAMPEA, Aix-Marseille université, CNRS,
ministère de la Culture, Aix-en-Provence, France

M. Gandelin
Inrap Méditerranée, Villeneuve-lès-Béziers, France

UMR 5608, TRACES,
université Toulouse-Jean-Jaurès, Toulouse, France

individuals, prompting discussions on how this group has formed and buried in these graves in the Le Pirou and La Vigne de Bioaux sites. This study also highlights the need to pursue discussions on small-sized groups in order to fully understand the diversity of funerary practices of the southern Chassean, and the putative correlation between the social status of individuals and their funerary treatment.

Keywords Burials · Funerary selection · Osteometric study · Stable isotopes · Diet · Middle Neolithic

Introduction

La période du Néolithique moyen est caractérisée par une diversité importante des pratiques funéraires [1]. À l'heure actuelle, le nombre de défunts pouvant être rattachés au Néolithique moyen méridional est de l'ordre de 400 individus [2]. Si les sites à vocation strictement funéraire sont clairement attestés, un nombre important d'inhumations ont également été découvertes en contexte d'habitat où les dépôts mortuaires sont généralement réalisés dans des fosses de plan circulaire pouvant correspondre à des structures de stockage réemployées [2–7]. L'interprétation de cette pratique reste encore matière à débat. Si un ensemble de caractéristiques a permis d'interpréter certains de ces dépôts comme des cadavres rejetés ou, pour la Drôme, des morts d'accompagnement [4–6,8], la présence, dans d'autres fosses, de sujets inhumés en position conventionnelle, de mobilier associé et d'aménagement de la structure de dépôt atteste d'un registre sépulcral [2–7]. La présence d'inhumations à proximité de vestiges liés à de l'habitat pose aussi la question de l'identité et du statut des individus faisant l'objet de ce traitement spécifique qui ne concerne qu'une partie réduite de la population : s'agit-il d'un groupe particulier ? Ces individus se distinguent-ils de ceux bénéficiant d'un traitement différent, en tombe, en monument funéraire ou encore en cavité naturelle ? Est-ce que les données biologiques peuvent nous aider à caractériser la population inhumée malgré son faible effectif ?

Pour le sud de la France, l'étude de ces ensembles a apporté un certain nombre de données anthropologiques et isotopiques permettant de discuter l'identité des défunts dans ces différents contextes [9–13]. L'étude anthropologique des individus du Crès (Béziers, Hérault), qui reste l'ensemble le plus important du Chasséen méridional, a montré, en un même lieu et à une même période, une relative homogénéité biologique des sujets, malgré la coexistence d'espaces variés (espace funéraire à part entière et inhumations en contexte d'habitat) et de structures distinctes (fosse sépulcrale spécifique et emploi de structures de stockage) [12–13]. Ces résultats soulèvent naturellement des interrogations sur la

structuration sociale de cette population. Est-ce que ces modes d'inhumation distincts soulignent des différences sociales au sein d'un même groupe biologique ?

Dans ce contexte, il paraissait important d'analyser un petit groupe de sujets inhumés en contexte d'habitat, à quelques kilomètres de l'ensemble funéraire du Crès, sur les sites du Pirou et de la Vigne de Bioaux (Valros, Hérault) et, qui plus est, appartiennent à la même phase chronoculturelle [14] (Fig. 1). Pour le Chasséen méridional, quelques tendances sont observées dans le recrutement des sujets inhumés dans les structures de stockage [1], mais jusqu'à maintenant, les données biologiques n'ont pas permis de mettre en évidence de particularités en Languedoc occidental. L'analyse croisée des données anthropologiques et isotopiques sur les squelettes découverts à Valros a ainsi pour objectif d'apporter des éléments de discussion tant sur l'identité des individus enterrés au sein des structures d'habitat réemployées que sur la diversité microrégionale observable au niveau des sites.

Inhumations des sites du Pirou et de la Vigne de Bioaux (Valros, Hérault)

Les sites du Pirou et de la Vigne de Bioaux (commune de Valros, Hérault) ont été fouillés en 2007 par une équipe de l'Inrap [14].

Le Pirou correspond à un habitat attribuable à la phase ancienne du Chasséen méridional (4300–4100 av. J.-C.). Le site, étudié dans la quasi-intégralité de son emprise sur une surface d'environ 1 ha, correspond à un habitat ouvert qui occupe le versant sud d'une petite éminence du Miocène. Il se matérialise par, au moins, 150 structures excavées de morphologie assez similaire et contenant des rejets de nature essentiellement domestique (Fig. 2) [14–15].

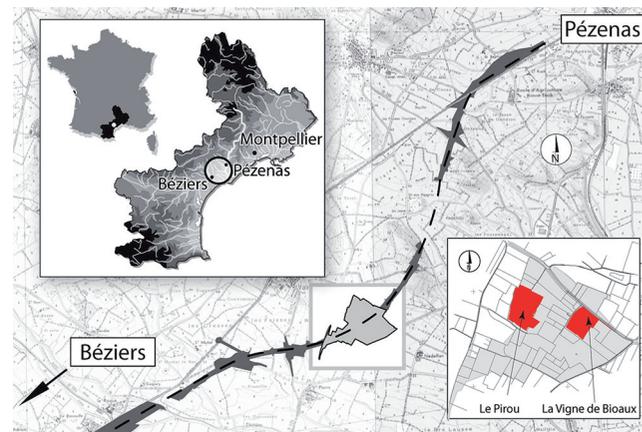


Fig. 1 Localisation des sites chasséens du Pirou et de la Vigne de Bioaux / Location of the Chassean sites of Le Pirou and La Vigne de Bioaux

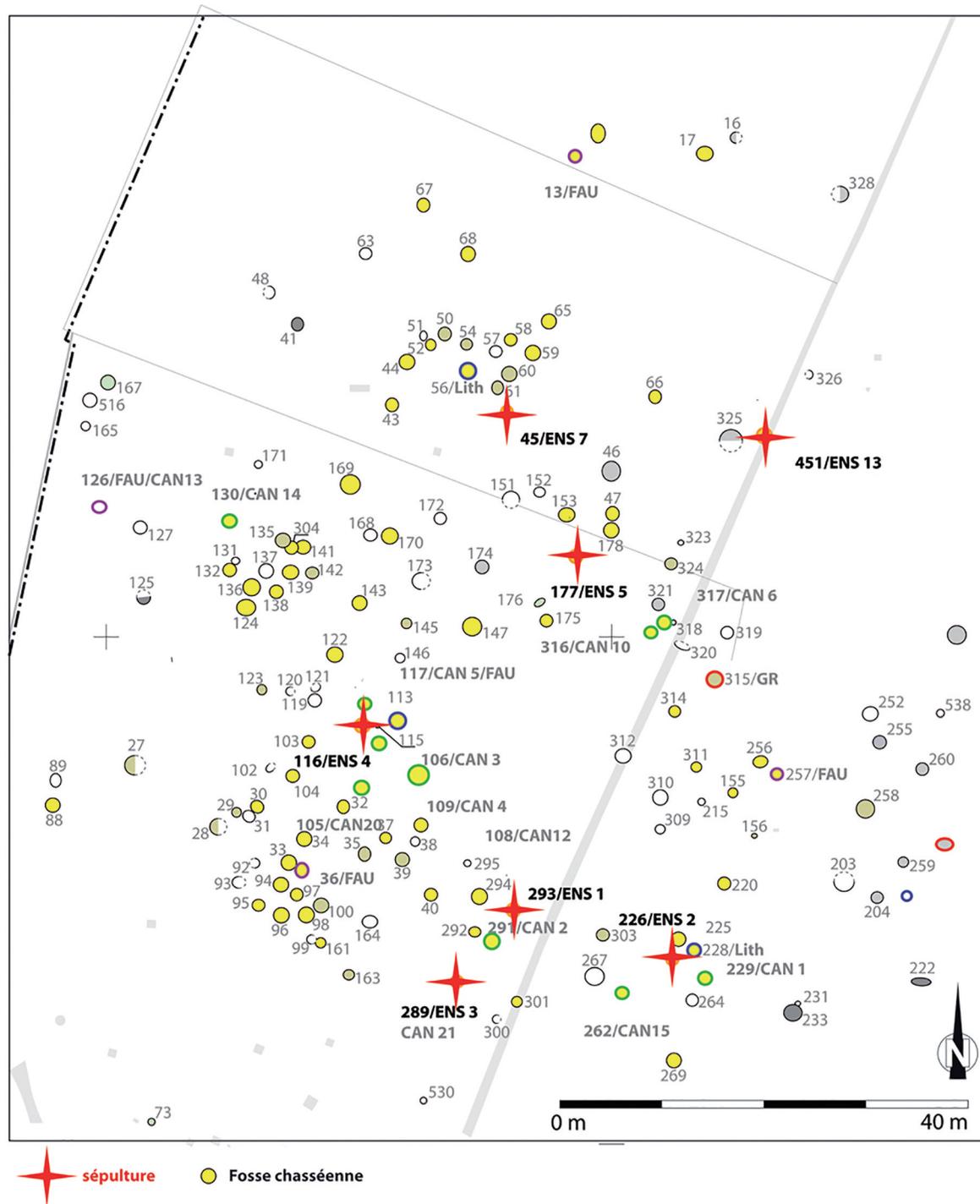


Fig. 2 Plan de répartition des fosses chasséennes du site du Pirou / Plan showing the distribution of Chassean domestic pits of the Le Pirou site

Certaines fosses ont servi de structure d'accueil à sept inhumations individuelles. Les résultats des datations ^{14}C obtenues sur les os des défunts sont d'une grande homogénéité : ils sont compris entre 4450 et 4060 avant notre ère à 95 % de probabilité, avec les pics de probabilité les plus importants situés entre 4350 et 4250 [14].

Les aménagements découverts présentent tous un plan circulaire avec des parois droites ou légèrement convergentes et des diamètres maximaux compris entre 1,15 et 1,45 m, et sont conservés sur une faible profondeur, entre 0,12 et 0,44 m. Leur fort arasement limite leur interprétation fonctionnelle, bien que l'hypothèse qu'il s'agisse de « silos » soit

privilegiée. Les dépôts humains se trouvent dans quatre cas au contact direct du fond des creusements et dans trois cas entre 0,10 à 0,20 m du fond. Il est évident que des inhumations situées dans la partie supérieure des creusements ont pu être détruites par l'arasement général du site. La variété des inhumations rend difficile la mise en place d'une typologie à Valros (Fig. 3 ; Tableau 1). Cependant, il a été possible de distinguer différents types de dépôts. Dans la majorité des cas (cinq sur sept cas ; pour les deux autres, soit la structure est trop arasée, soit les arguments taphonomiques sont absents), l'existence de déplacements d'ossements hors du volume initial du cadavre témoigne assurément d'une décomposition du cadavre en espace vide. Il est ainsi possible de suspecter l'existence d'un système de couverture en matière périssable au-dessus du corps. Pour certaines structures, une simple couverture a pu fermer la fosse. Mais, des architectures plus complexes ont également pu exister. Par exemple, dans l'aménagement Amt 293, la présence d'une délimitation linéaire et d'effets de butée témoigne de l'existence d'une paroi fermant la moitié nord de la fosse associée à une couverture. La présence d'un coffrage en bois, au moins sur trois côtés, pourrait expliquer la disposition et l'effondrement des éléments en pierre dans l'Amt 45 (Fig. 3).

Les pratiques observées restent très hétérogènes, mais s'insèrent tout à fait dans les données connues dans le Chasséen méridional, notamment sur le site de Crès à Béziers [2–7].

À 250 m à l'est du site du Pirou, une autre occupation également datée du Néolithique moyen a été identifiée au lieu-dit Vigne de Bioaux (Fig. 4) [14]. Seule la périphérie méridionale de l'occupation se situait dans l'emprise de fouille, et une quinzaine de fosses domestiques ont pu être

étudiées. L'une d'elles contenait une inhumation individuelle (Amt 2211) : le corps a été déposé dans la partie inférieure d'une fosse de plan circulaire.

Sur les deux sites, la disposition des corps, la présence d'aménagements internes, voire celle de mobilier associé montrent indiscutablement le caractère volontaire des dépôts. Si certaines inhumations (Amt 226, 293, 451, voire 2211 et 116) présentent une position, dite dans la littérature, « conventionnelle » (individu plus ou moins sur le côté avec les membres fléchis sur le côté) [7,16–17], d'autres corps ont également été déposés sur le ventre ou sur le dos (Amt 45, 289). Pour ces dernières inhumations, la présence d'aménagements de la fosse et/ou de dépôts de mobilier ne permet pas de les considérer comme des dépôts moins soignés ou comme un rejet de cadavre. Hormis l'absence de dépôts simultanés en fosse, les inhumations présentent ainsi une mosaïque de pratiques que l'on retrouve dans la réutilisation des fosses domestiques pour le Chasséen méridional [2,6,7].

Matériel et méthodes pour l'identification biologique et le recrutement

L'analyse anthropologique a porté sur les sept individus découverts sur le site du Pirou et sur celui de la Vigne de Bioaux. Le matériel d'étude concernant l'analyse paléolithique se compose, quant à lui, de huit échantillons osseux humains provenant de chaque inhumation et de 18 échantillons osseux de faune¹, sélectionnés dans différentes structures datées du Chasséen ancien et contemporaines des sépultures.



Fig. 3 Exemples d'inhumations chasséennes dans les fosses Amt 293 (à gauche) et Amt 45 (à droite) du site du Pirou / *Examples of burials in domestic pits in the Le Pirou site: Amt 293 structures on the left, Amt 45 structures on the right*

Tableau 1 Données funéraires associées aux individus inhumés des sites du Pirou et de la Vigne de Bioaux / *Funerary data for the Chassean individuals from the Le Pirou and La Vigne de Bioaux sites*

Amt	Diamètre maximal (m)	Position dans structure	En fond de fosse	Position corps	Position membre sup. (gauche/droit)	Espace décomposition	Enveloppe souple	Hypothèse structure	Céramique associée au défunt	Autre mobilier associé au défunt
45	1,3	Moitié est	Non	Sur ventre	Fléchi/fléchi	Vide	Possible	Coffrage mixte	Non	Percuteur
116	1,45	Moitié est	Non	Sur ventre et côté droit	Extension/fléchi	Colmaté ?	Possible	?	Oui	Poinçon
177	1,27	Moitié est	Non	Sur côté droit	?	?	?	?	?	?
226	1,15	Moitié est	Oui	Sur côté droit	Fléchi/fléchi	Vide	?	Fosse fermée/coffrage	Non	2 pendoques
289	1,19	Moitié sud	Oui	Sur dos	Fléchi/fléchi	Vide	?	Fosse fermée/coffrage	?	Faune
293	1,27	Moitié nord	Oui	Sur côté gauche	Fléchi/fléchi	Vide	?	Coffrage mixte	Oui	
451	1,45	Moitié nord	Oui	Sur côté gauche	Extension/fléchi	Vide	?	Fosse fermée	Oui	
2211	1,32	Moitié sud-ouest	Non	Sur côté droit	Fléchi/fléchi	Vide	?	Coffrage mixte	Oui	

Pour l'estimation de l'âge du seul sujet immature découvert sur le site, nous avons privilégié les tables de Moorrees et al. [18–19]. L'estimation de l'âge au décès des adultes s'est appuyée sur l'observation de l'extrémité sternale de la clavicule [20] et sur celle de la surface sacropelvienne de l'ilium [21]. Étant donné la mauvaise conservation des pubis, nous n'avons pas pu exploiter cette partie de l'os coxal pour l'estimation de l'âge au décès. Le sexe des individus a été déterminé sur l'os coxal à l'aide de deux méthodes, l'une morphoscopique [22] et l'autre morphométrique [23].

Concernant l'étude d'autres données anthropométriques, la forte altération osseuse a conduit à se limiter à certaines mesures des humérus, fémurs et tibias [24]. L'estimation de la stature se fait à partir des longueurs maximales des os longs en appliquant des formules (pour les adultes [25] et pour le sujet immature [26]) établies par régression linéaire sur des populations de référence d'âge et de taille connus. On rappellera la prudence à observer en appliquant ces équations, car elles sont calculées à partir de populations occidentales actuelles. L'intérêt étant ici de pouvoir comparer ces individus aux populations chasséennes méridionales connues [13,27], nous avons donc calculé différents indices

métriques [24,28,29]. La mauvaise conservation osseuse n'a pas permis une étude paléopathologique complète, mais nous avons été toutefois attentifs à différentes particularités biologiques des individus (usure dentaire [30], caries [31], arthropathies [32]) pour les discuter au sein de la série et par rapport aux données connues pour la population chasséenne méridionale [11].

Afin d'appréhender les comportements alimentaires, des analyses isotopiques ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$) ont été réalisées sur le collagène osseux de chacun des squelettes humains ($n = 8$). Ces analyses informent, de façon individuelle, sur la part protéinique de l'alimentation [33] durant les dernières années de la vie du sujet [34]. Dans ce cadre, nous tentons d'identifier l'environnement fréquenté par ce groupe et la part relative des protéines animales qui composent l'alimentation [33,35,36]. La pertinence et la fiabilité de l'analyse de la variabilité isotopique interindividuelle nécessitent de caractériser du point de vue isotopique l'écosystème contemporain dans lequel a vécu la population humaine étudiée. C'est pourquoi des analyses sont également effectuées sur des restes fauniques découverts dans les structures chasséennes du site (bœuf, mouton/chèvre et chien ; $n = 18$), afin de définir certains niveaux trophiques de l'environnement de proximité du site du Pirou. Le collagène est extrait selon le protocole de Longin réadapté par Bocherens [37,38]. Les teneurs en

¹ L'identification a été réalisée par Vianney Forest (archéozoologue, Inrap Méditerranée).

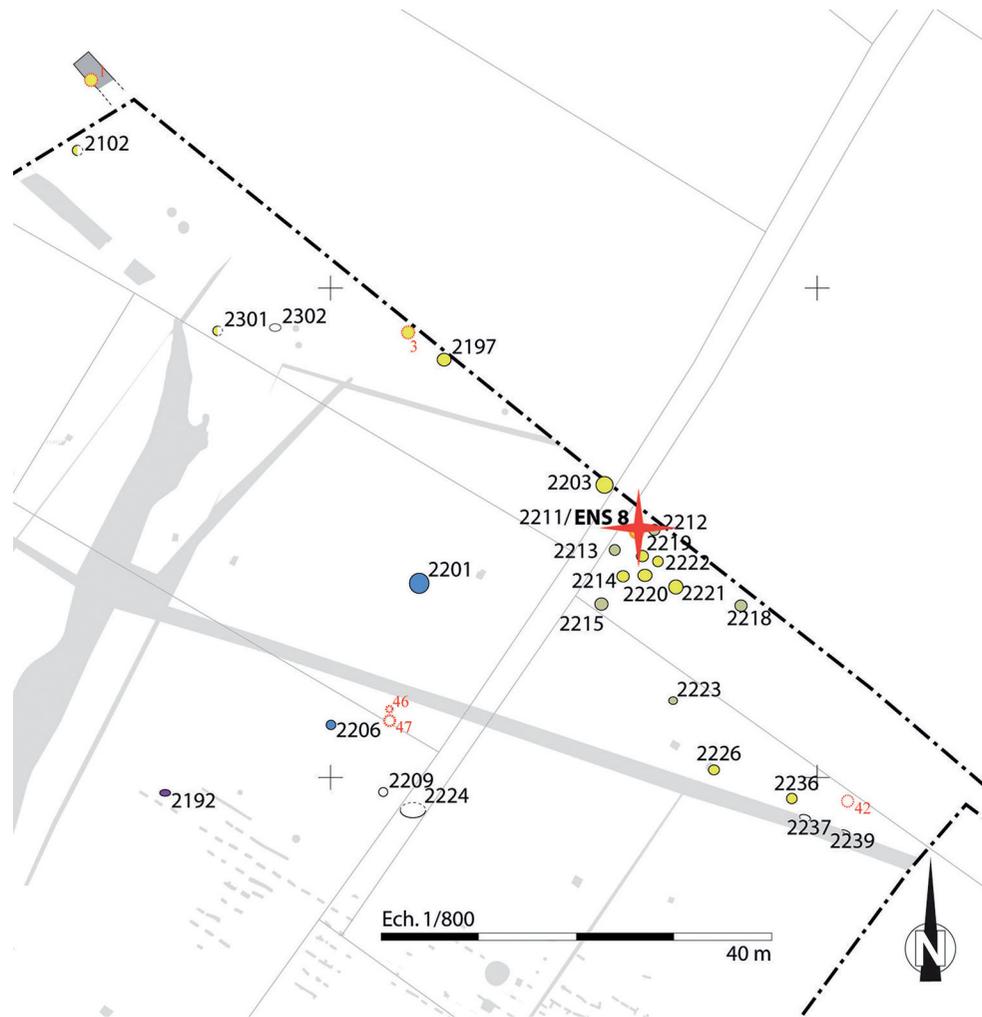


Fig. 4 Plan de répartition des fosses chasséennes du site de la Vigne de Bioaux / Plan showing the distribution of the Chassean domestic pits at the La Vigne de Bioaux site

carbone et en azote et les ratios isotopiques sont obtenus à l'aide d'un EA-IRMS (Isoprime de VG Instruments couplé à NC 2500 Carlo Erba ; UMR CNRS 5805 EPOC). La précision analytique est inférieure à 0,3 ‰ pour le carbone et l'azote, et les standards utilisés sont la glycine, la caséine, le N2 (standard international IAEA) et l'acétanilide. Les teneurs en carbone et en azote, les ratios C/N et le rendement d'extraction du collagène sont pris en compte pour déterminer la qualité du collagène extrait et la validité des résultats isotopiques obtenus [39–43].

Résultats et interprétations

Données anthropobiologiques

Les sept sépultures du site du Pirou ont livré les squelettes de six adultes et d'un sujet immature et celle de la Vigne de

Bioaux, d'un adulte. L'âge au décès du seul sujet immature a pu être estimé entre 8 et 13 ans [18]. Les sujets adultes se répartissent dans différentes classes d'âge [20], avec plusieurs individus âgés (Tableau 2).

Six des sujets adultes sont de sexe féminin. On notera, par ailleurs, que l'individu adulte (Amt 117) dont le sexe n'a pas pu être déterminé était l'un des sujets les plus graciles du site. Le périmètre minimum de son humérus droit (seule mesure pouvant être réalisée pour ce squelette) fait 53 mm et est l'un des plus petits de la série ($m = 54,6 \text{ mm}$; $\sigma = 3,74$). Même si cela ne peut pas être attesté, il est probable que cet individu soit aussi de sexe féminin. Le sexe du sujet immature a été déterminé comme féminin par une analyse paléogénétique².

L'estimation de la stature chez les adultes, calculée à partir des longueurs maximales des os longs [24], varie entre 139 et

² Réalisée dans le cadre de l'ANR Ancestra (M. Pruvost dir.).

155 cm (± 5 cm), avec une moyenne de 148,7 cm ($\sigma : 6,35$). Cette variabilité importante s'inscrit cependant en partie dans celle des individus féminins chasséens du sud de la France [44,13]. Si l'on prend en compte l'écart maximal, certains individus (Amt 293 et 116) présentent une stature légèrement plus importante que les sujets de ces sites. La comparaison de ces données à celles du Crès (moyenne : 147,19 cm ; $\sigma : 3,98$) [13], pour des effectifs plus ou moins équivalents de sujets féminins dont la stature a été estimée (sept au Crès et six à Valros), montre que les statures des sujets de Valros présentent une dispersion plus importante qu'au Crès. On notera qu'au Pirou les individus les plus âgés (Amt 45, 289 et vraisemblablement Amt 451) présentent les statures les plus petites. Ces différences pourraient aller dans le sens d'une certaine hétérogénéité à Valros.

Au vu de cette variabilité, il est important de préciser si les sujets inhumés étudiés ici se distinguaient ou non par leur gracilité, caractéristique généralement attribuée aux populations chasséennes [45–48]. Les indices de robustesse indiquent une gracilité générale des individus adultes, notamment au niveau du fémur, même si l'on note une disparité dans les mesures (Tableau 3). Seul l'individu de l'Amt 451 peut être

considéré comme robuste au regard de son membre inférieur, mais il s'agit de l'individu de la série ayant la stature la plus petite. Il est possible de supposer que la faible longueur des os longs de cet individu n'a pas majoré le calcul de l'indice de robustesse, d'autant plus que le squelette de ce sujet présente des insertions musculaires marquées.

Les individus seraient moins graciles au niveau des membres supérieurs. La gracilité générale du membre inférieur peut être renforcée par le fait qu'il s'agit de sujets féminins, puisque de nombreuses études ont montré un fort dimorphisme sexuel dans les séries chasséennes [13,27,48]. Par ailleurs, comme à Valros, la gracilité des sujets du Crès touche principalement les membres inférieurs [13].

Que cela soit pour la stature ou la gracilité, on peut donc difficilement parler d'un groupe homogène. Lorsque l'on compare ces données avec la série du Crès par le calcul de distances probabilistes [49,50], les sujets du Pirou et les sujets féminins du Crès indiquent certaines différences. Les mesures prises sur les individus du Pirou diffèrent significativement de la moyenne du Crès si et seulement si p est inférieur à 0,05 : trois individus (Amt 45, 116, 293) ont au moins une mesure comparée qui sort nettement de la

Tableau 2 Données anthropologiques des individus chasséens des sites du Pirou et de la Vigne de Bioaux / *Bioanthropological data for the Chassean individuals from the Le Pirou and La Vigne de Bioaux sites*

Site	Amt	Type âge	Âge	Sexe DSP	Sexe morpho	Sexe	Stature (cm)
Le Pirou	45	Adulte	> 50 ans	F	F	F	148,86
Le Pirou	116	Adulte	30–59 ans	F	F	F	153,7
Le Pirou	177	Adulte	?	I	I	?	147,4
Le Pirou	226	Immature	8–13 ans	Im	Im	Im	126
Le Pirou	289	Adulte	> 50 ans	F	I	F	144,5
Le Pirou	293	Adulte	20–39 ans	F	F	F	154,9
Le Pirou	451	Adulte	Adulte âgé ?	I	F	F	138,8
La Vigne de Bioaux	2211	Adulte	20–29 ans	F	F	F	153,2

Tableau 3 Indices métriques des squelettes des sujets adultes des sites chasséens du Pirou et de la Vigne de Bioaux / *Metric indices of the adult skeletons from the Chassean sites of Le Pirou and La Vigne de Bioaux*

Site	Amt	Côté	Indice de robustesse	Indice pilastrique	Indice de platymérie
Le Pirou	45	D	20	Peu robuste	
Le Pirou	45	G	19,49	Gracile	94,197
Le Pirou	116	D	20	Peu robuste	92,288
Le Pirou	116	G	19,9	Peu robuste	100
Le Pirou	289	D	19,47	Gracile	84,163
Le Pirou	289	G			97,72
Le Pirou	293	D	18,73	Gracile	110,942
Le Pirou	293	G			115,233
Le Pirou	451	G	20,84	Robuste	97,5
La Vigne de Bioaux	2211	D	16,79	Très gracile	100,987
					Pilastre nul
					69,993
					Pilastre nul
					65,161
					Pilastre nul
					68,445
					Pilastre nul
					78,491
					Pilastre nul
					73,888
					Pilastre faible
					75,974
					Pilastre moyen
					77,204
					Pilastre nul
					85,065
					Pilastre faible
					77,656

variabilité du Crès (Tableau 4). Parmi ces derniers, on note la présence des deux individus les plus grands (Amt 293 et Amt 116) de la série. Si l'on s'intéresse aux données métriques, ces deux individus se distinguent également du reste du groupe des inhumés de Valros, par exemple au niveau du format du fémur (Fig. 5).

Malgré un faible effectif, nous n'avons observé aucune homogénéité au niveau de la morphométrie des squelettes, et la variabilité pourrait être même plus importante que celle observée sur des sites proches comme celui du Crès. L'observation des caractères discrets, quant à elle, n'a donné aucun résultat exploitable, étant donné la mauvaise conservation osseuse et le petit effectif de la série.

D'autres données biologiques apportent des éléments complémentaires concernant l'identité des défunts. Généra-

lement, l'usure dentaire des individus est importante, voire très importante. Ainsi, au moins quatre individus (Amt 45, Amt 177, Amt 289, Amt 451) présentent plusieurs dents aux usures allant au-delà du stade 6 de l'échelle de Smith [30]. Le sujet immature (Amt 226) présente même une usure des premières molaires permanentes. Une telle observation se rapproche de ce qui a pu être observé sur le site du Crès [11]. Aucun stigmatisme lié à des activités paramasticatrices n'a toutefois été observé, comme cela a pu déjà être noté dans d'autres séries contemporaines [11]. L'usure dentaire semble globalement liée à l'âge puisque, par exemple, les sujets les plus âgés ont une usure très importante, et l'adulte le plus jeune (Amt 293) présente une usure dentaire importante mais moins marquée (stades 3–4 de Smith). Malgré l'influence de l'âge, il semble qu'une attrition dentaire

Tableau 4 Distances probabilistes des individus du Pirou par rapport à la série issue du site du Crès. (Les mesures en gras correspondent aux probabilités inférieures à 0,05, seuil choisi pour distinguer les individus) / *Probabilistic distances between the Valros individuals compared to the collection from the Le Crès site. (The measurements in bold indicate a probability below 0.05)*

Site	Amt	Côté	Fem M7	Fem M9	Tib M9a
Le Pirou	45	G	0,026	0,411	
Le Pirou	116	G	0,011	0,029	0,310
Le Pirou	116	D	0,007	0,003	0,180
Le Pirou	289	G	0,047	0,553	
Le Pirou	289	D	0,477	0,576	
Le Pirou	293	G	0,183	0,542	0,015
Le Pirou	293	D	0,545	0,744	0,019

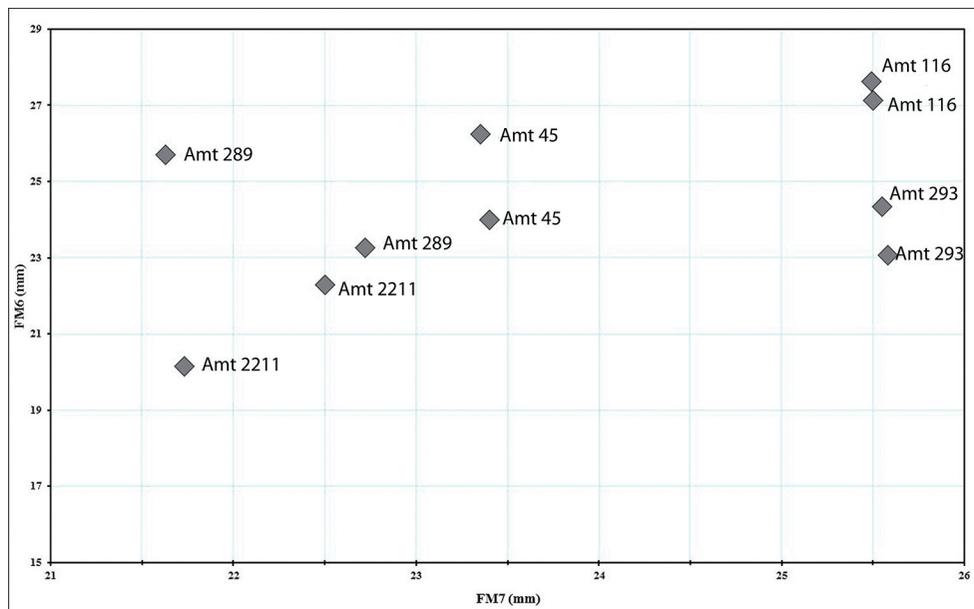


Fig. 5 Diagrammes bivariés issus des mesures infracrâniennes (en millimètres) des sujets du Pirou (Fem M6 : diamètre antéro-postérieur minimum du fémur ; Fem M7 : diamètre transverse minimum du fémur) / *Bivariate plots of post-cranial measurements for Le Pirou individuals, in millimetres (Fem M6: femoral minimum antero-posterior diameter; Fem M7: femoral minimum transverse diameter)*

importante soit caractéristique de la série. Concernant les caries dentaires, quatre sujets adultes sur six en présentent. Aucune atteinte n'a été observée chez le sujet immature et l'adulte le plus jeune (Amt 293) de la série. Comme l'usure dentaire, la fréquence des caries serait aussi fonction de l'âge. Ainsi, aucun individu ne semble s'écarter d'une telle évolution de la pathologie dentaire. La fréquence des atteintes carieuses sur les 121 dents observées oscille entre 8,2 et 11,2 % si l'on prend en compte ou non les pertes ante mortem [31]. Cette proportion est légèrement supérieure à celle de la population du Crès entre 5 et 8 % [11]. Toutefois, il est important de noter qu'au Crès les femmes présentent relativement plus de caries que les hommes. Si l'on ne s'intéresse qu'aux sujets féminins, cette proportion pourrait être de 9,7 % et donc est comparable à celle observée au Pirou.

Concernant les arthropathies, trois sujets présentent des atteintes arthrosiques au niveau des vertèbres (Amt 45, 289 et 451). Par ailleurs, ces trois individus possèdent une enthésopathie au niveau de la dent de l'axis (enthésopathie du ligament occipito-odontoïdien). Malgré la mauvaise conservation de certains squelettes, il est possible de supposer une corrélation entre l'âge et cette atteinte. Ainsi, deux de ces individus ont un âge au décès estimé à plus de 50 ans. Dans les trois cas, nous avons pu observer des traces d'arthrose mais aussi une usure très importante des dents. L'individu Amt 451, dont l'âge au décès n'a pas pu être estimé, présente par ailleurs plusieurs caries, des dents usées et des pertes dentaires ante mortem. Étant donné les atteintes pathologiques présentes chez les autres individus, notamment des Amt 45 et 289, ce sujet pourrait être considéré comme un adulte âgé, sans que l'on puisse être plus précis. Par ailleurs, on observe des traces d'arthrose sur le carpe gauche de cet individu, éventuellement liées aux conséquences d'une fracture consolidée de l'extrémité distale de l'ulna gauche.

Au Pirou, les différentes atteintes sur le squelette peuvent être liées, d'une part, à l'âge des sujets et, d'autre part, à une certaine hétérogénéité du groupe comme le montrent la stature et plus généralement les données métriques. L'usure dentaire importante et le taux de caries se rapprochent des résultats obtenus sur des séries contemporaines [11]. Comme pour le site du Crès, l'usure importante peut être liée au mode de subsistance, avec entre autres une nourriture contenant une quantité significative de particules minérales issues de l'outillage de mouture, notamment pour la préparation des céréales, qui accélère la micro-usure des dents [51].

Données isotopiques

L'étude des ratios isotopiques du collagène osseux a pu être réalisée avec fiabilité sur 17 animaux et 7 sujets humains, dont 6 adultes féminins (Tableau 5). La plupart des échantillons osseux analysés sont correctement conservés ; seuls un

sujet humain (Amt 2211 de la Vigne de Bioaux) et un échantillon de bœuf sont exclus du corpus.

Les valeurs isotopiques de la faune s'échelonnent de $-21,8$ à $-18,6$ ‰ ($-20,4 \pm 0,7$ ‰ ; $n = 17$) pour le carbone et de $5,1$ à $9,6$ ‰ ($6,6 \pm 1,2$ ‰) pour l'azote. Malgré des valeurs isotopiques du carbone plus basses et des valeurs isotopiques de l'azote plus hautes en moyenne pour les moutons/chèvres que pour les bœufs, il n'existe pas de différence statistiquement significative entre les taxons (test U de Mann-Whitney : $p > 0,05$). Ces résultats suggèrent que les aliments consommés par les différentes espèces herbivores domestiques sont isotopiquement similaires. Toutefois, l'amplitude des valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ (2,3 ‰) et de $\delta^{15}\text{N}$ (2,2 ‰) chez les bovins souligne un approvisionnement (affouragement et/ou pâturage libre) dans des environnements probablement plus variés.

Les sept sujets humains du Pirou ont des valeurs isotopiques qui s'échelonnent de $-20,6$ à $-19,1$ ‰ ($-19,9 \pm 0,5$ ‰ ; $n = 7$) pour le carbone et de $8,4$ à $10,5$ ‰ ($9,6 \pm 0,7$ ‰) pour l'azote. La différence moyenne de valeurs isotopiques enregistrée entre les sujets humains et la faune herbivore est de $3,3$ ‰ pour l'azote et de $0,5$ ‰ pour le carbone (Fig. 4). Ce résultat indique que, si l'on considère l'ensemble du groupe humain, la majeure partie des protéines consommées provient des ressources animales issues du milieu terrestre. Même si des restes de poissons (Amt 59) et de mollusques bivalves ont été retrouvés sur le site, fait assez rare dans ce contexte, les ressources marines/d'eau douce ne constituent en aucun cas une part significative de l'alimentation. L'alimentation protéinique des chiens est équivalente à celle de certains sujets humains pour lesquels les valeurs isotopiques sont les plus basses du groupe. La position trophique des chiens est caractéristique de ce que l'on observe sur d'autres sites du Languedoc et de la vallée de la Garonne (Figs 6, 7).

Chez les sujets adultes ($n = 6$), on observe une moyenne des valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ de $-19,9 \pm 0,6$ ‰ et de $\delta^{15}\text{N}$ de $9,8 \pm 0,5$ ‰. La valeur isotopique du carbone du sujet immature est dans la variabilité de celles des adultes, mais plus basse que chez ces derniers pour l'azote (en moyenne $1,4$ ‰). Le sujet immature a probablement eu une alimentation moins riche en protéines animales que les adultes. Les différences entre adultes et immatures ont déjà été observées sur d'autres sites du Néolithique du sud de la France et en Italie [10–11], notamment sur le site des Arene Candide (VBQ en Ligurie) où un individu âgé d'environ huit-neuf ans, présentant des stigmates de stress potentiellement nutritionnel, comme des hypoplasies, de lignes de Harris [52], se distingue d'autres sujets adultes par un plus faible $\delta^{15}\text{N}$ [53]. Toutefois, aucune tendance n'a été observée, pour cette même période et cette même région, sur des sites avec de plus grands effectifs (par exemple Le Crès). L'amplitude des valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ (1,5 ‰) et de $\delta^{15}\text{N}$ (2,1 ‰ ; 1,2 ‰ pour les adultes uniquement) est comparable, voire plus faible, que celles enregistrées chez

Tableau 5 Données individuelles des prélèvements, des informations biologiques (sexe et âge), des résultats EA-IRMS et du rendement d'extraction uniquement pour les échantillons bien conservés / *Individual data from sampling, biological data (sex, age), EA-IRMS data and extraction yield for well-preserved collagens only*

Lab-Code	Espèce	Prélèvement	Structure	Sexe	Âge	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	%C	%N	C/N	Rdt (mg/g)
PH1	Humain	Tibia D	Amt 293	F	Adulte	-20,2	10,3	39,1	13,9	3,3	41,7
PH2	Humain	Fibula D	Amt 226	F	Immature	-19,7	8,4	36,8	12,5	3,4	39,8
PH3	Humain	Tibia D	Amt 289	F	Adulte	-19,6	9,5	36,5	13,7	3,1	18,3
PH4	Humain	Fibula D	Amt 116	F	Adulte	-20,5	10,5	39,3	13,7	3,3	30,5
PH5	Humain	Tibia D	Amt 177	I (F?)	Adulte	-19,5	9,3	29,7	11,1	3,1	34,0
PH6	Humain	Tibia D	Amt 45	F	Adulte	-20,6	9,6	38,2	13,5	3,3	43,8
PH8	Humain	Tibia G	Amt 451	F	Adulte	-19,1	9,6	35,6	13,4	3,1	17,4
					N-humains	7	7	7	7	7	7
					Moyenne	-19,9	9,6	36,5	13,1	3,2	32,2
					Minimum	-20,6	8,4	29,7	11,1	3,1	17,4
					Maximum	-19,1	10,5	39,3	13,9	3,4	43,8
					Écart-type	0,6	0,7	3,3	1,0	0,1	10,8
PF1	Mouton ?	Tibia D	Amt 122			-20,8	6,5	45,5	15,0	3,5	20,5
PF2	Mouton ?	Mandibule G	Amt 98			-20,0	5,6	41,8	15,2	3,2	21,6
PF3	Mouton ?	Métacarpe G	Amt 169			-20,8	7,7	38,4	14,7	3,0	32,9
PF4	Mouton	Tibia G	Amt 23			-21,8	6,8	42,5	14,5	3,4	16,8
PF5	Mouton	Tibia D	Amt 23			-20,8	7,2	41,9	15,6	3,1	44,5
PF6	Mouton/ chèvre	Radius D distal	Amt 147			-19,8	6,5	41,7	15,6	3,1	37,1
PF7	Mouton/ chèvre	Radius D distal	Amt 170			-20,1	6,0	38,9	15,0	3,0	25,9
PF8	Bœuf	Fémur D	Amt 23			-20,9	5,3	40,6	14,8	3,2	27,1
PF9	Bœuf	Humérus D	Amt 178			-20,9	6,8	39,8	14,7	3,1	19,0
PF10	Bœuf	Métacarpe D	Amt 178			-18,6	5,9	39,7	15,0	3,1	21,8
PF11	<i>Bos sp.</i>	Tibia G	Amt 36			-20,3	6,5	42,0	15,8	3,1	33,7
PF13	<i>Bos sp.</i>	Tibia G	Amt 36			-20,2	7,3	35,5	13,2	3,1	11,5
PF14	Bœuf	Radius D	Amt 14			-20,4	5,2	41,3	14,5	3,3	22,9
PF15	Bœuf	Humérus G	Amt 294			-20,7	5,1	40,5	15,0	3,1	33,6
PF16	<i>Bos sp.</i>	Tibia G	Amt 36			-20,1	6,1	37,1	13,9	3,1	42,7
					N-herbivores	15	15	15	15	15	15
					Moyenne	-20,4	6,3	40,5	14,8	3,2	27,4
					Minimum	-21,8	5,1	35,5	13,2	3,0	11,5
					Maximum	-18,6	7,7	45,5	15,8	3,5	44,5
					Écart-type	0,7	0,8	2,4	0,7	0,1	9,6
PF17	Chien	Os long				-19,3	9,6	39,3	14,2	3,2	6,3 ^a
PF18	Chien	Os long				-19,1	8,9	34,1	12,6	3,1	2,0 ^a

^a Échantillons ayant un faible rendement mais pour lesquels les teneurs élémentaires et le ratio C/N sont corrects / *Samples with a low yield but sufficient elementary contents and C/N ratio*

les animaux domestiques. Par ailleurs, on note chez les sujets humains une différence statistiquement significative du $\delta^{13}\text{C}$ entre deux « sous-groupes » (notés A et B, Fig. 6 ; $p = 0,03$ et $p = 0,04$ si l'on exclut l'immature). En effet, l'un de ces ensembles, comprenant les sujets féminins Amt 293, 116 et

45 (groupe A), a une moyenne des valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ plus faible (-20,4 ‰) que celle de l'ensemble composé des sujets Amt 289, 177 et 451 (groupe B ; -19,4 ‰). Cette différence n'est valable que pour les valeurs isotopiques du carbone, et la proportion de protéines animales consommées semble

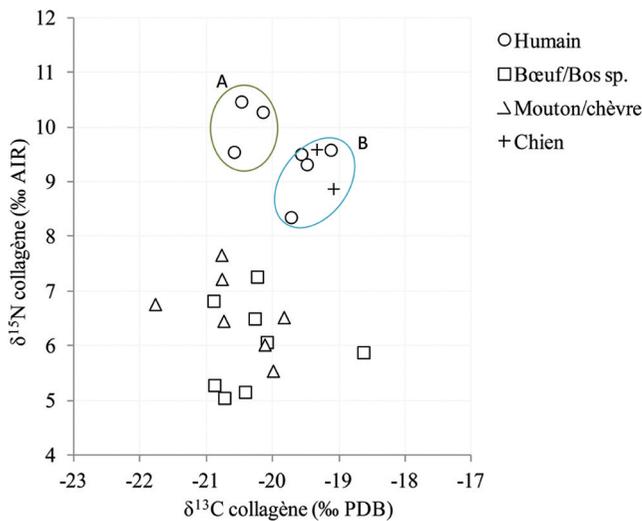


Fig. 6 Distribution des valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$ du collagène osseux des sujets humains et des animaux du site du Pirou / *Distribution of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ values for osseous collagen from the human subjects and animals at the Pirou site*

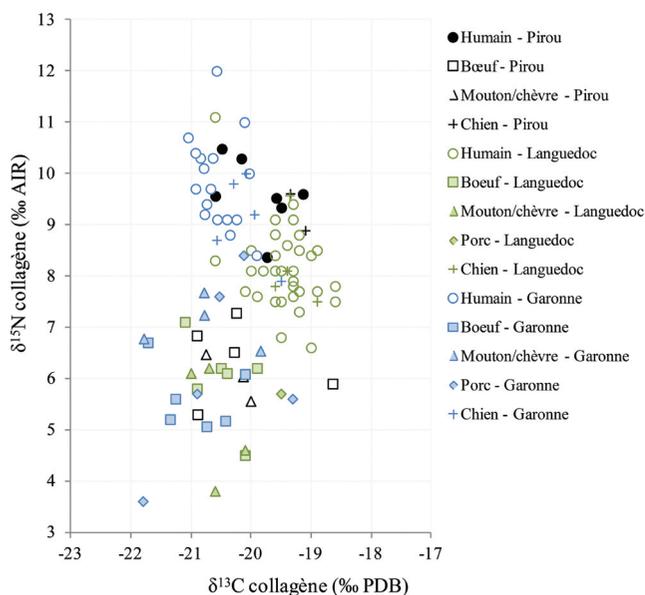


Fig. 7 Distributions des ratios isotopiques ($\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$) des sujets animaux et humains du site du Pirou comparés à ceux des sites datés du Néolithique moyen de la Garonne et du Languedoc [46] / *Distributions of the isotopic ratios ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$) of the animal and human subjects from the Pirou site compared with data from Middle Neolithic sites in the Garonne and Languedoc areas*

assez homogène au sein de la population adulte ($\Delta^{15}\text{N}$ de 1,1 ‰), même si les plus hautes valeurs de $\delta^{15}\text{N}$ sont enregistrées chez les sujets du « groupe A ».

Plusieurs études paléalimentaires ont récemment été réalisées sur des sites chasséens (Fig. 5) du Languedoc occiden-

tal et en Pays toulousain [10,11,54]. Ces travaux ont, entre autres, mis en évidence des disparités locales attribuées à des facteurs environnementaux et à des pratiques alimentaires distinctes. Replacées dans ce cadre régional, les données isotopiques du Pirou s'insèrent dans la variabilité globale du Languedoc et du Toulousain, autant pour les animaux que pour les sujets humains (Fig. 7). En région Languedoc, les valeurs isotopiques de l'azote des sujets humains du Pirou sont en moyenne plus élevées (de 1,5 ‰) que celles enregistrées sur le site proche du Crès ($8,1 \pm 0,8$ ‰ ; $n = 32$). La différence de $\delta^{15}\text{N}$ est significative ($p = 0,03$) entre Le Pirou et Le Crès lorsque l'on considère uniquement les sujets de sexe féminin. Les sujets féminins du Pirou ont en effet des valeurs de $\delta^{15}\text{N}$ en moyenne plus élevées (9,9 ‰) que les individus féminins du Crès (8,3 ‰ ; $n = 8$) (Fig. 6), suggérant une consommation plus importante de ressources animales par les femmes du Pirou, se rapprochant des pratiques alimentaires proposées en région toulousaine pour le Chasséen récent [54]. Cette différence n'est pas notée pour le $\delta^{13}\text{C}$, mais on remarque que certains sujets du Pirou (groupe B) ont des valeurs isotopiques du carbone similaires à celles des sujets du Crès, alors que d'autres (groupe A) se rapprochent des valeurs enregistrées pour les sujets de la Garonne (Fig. 7) et de certains « outsiders » du Crès tels que l'individu 10b qui est également de sexe féminin [11]. L'ensemble de ces remarques suggère qu'au Pirou la population pourrait notamment se diviser en groupes fréquentant des environnements différents (type Languedoc vs type Garonne). Sur la base de données obtenues lors de précédentes études [54,55], une plus grande mobilité de certains individus avait été proposée, en lien avec une économie de subsistance plus tournée vers l'élevage. Des témoignages sont également visibles dans le matériel funéraire, comme à Villeneuve-Tolosane, avec la présence de variscite et de silex provenant de différentes régions ou bien la présence de poinçons et de pendeloques sur lamelles osseuses, indiquant l'intégration des individus dans des réseaux d'échanges [56]. Les données isotopiques suggèrent également la fréquentation de milieux différents ou des pratiques alimentaires moins communes par rapport à l'ensemble du groupe considéré. Compte tenu du contexte régional, une mobilité en lien avec une organisation économique ou sociale peut également être proposée pour certains individus du Pirou, tout en insistant sur le fait que, dans tous les cas observés, il s'agit de sujets féminins.

Croisement entre données anthropologiques et isotopiques

L'analyse croisée entre les données isotopiques et les informations anthropologiques (âge, stature, pathologies dentaires et osseuses) n'a révélé aucune différence statistiquement significative (tests non paramétriques, $p > 0,05$). Toutefois,

une tendance se dégage, indiquant que les sujets les plus grands ont les valeurs de $\delta^{15}\text{N}$ les plus élevées. Une telle observation avait également été mise en évidence sur le site chasséen languedocien du Crès pour les individus uniquement féminins [10,11]. Autant au Crès qu'au Pirou, ces résultats suggéreraient un statut particulier et/ou une origine différente des sujets féminins. Une pratique exogame des mariages pourrait expliquer la variété biologique des défuntes. Malheureusement, l'analyse se heurte à la faiblesse quantitative de l'échantillon considéré. L'hypothèse d'une plus grande mobilité des femmes, en lien avec une structuration de type patriarcal et des pratiques exogames a par ailleurs été proposée sur la base des données isotopiques d'un autre site néolithique contemporain, mais hors de ce contexte régional. À Pontcharraud (Auvergne, Néolithique moyen, ca. 4300–4000 BC), une plus grande dispersion des ratios isotopiques enregistrés chez les sujets féminins et la présence de quelques sujets masculins isotopiquement distincts et socialement particuliers sur la base des pratiques funéraires semblent en faveur d'importants contacts avec l'extérieur [57]. De plus amples analyses seraient nécessaires pour discuter des pratiques exogames : par exemple, l'analyse de la diversité génétique des lignées maternelles, qui peut être rapprochée d'une construction sociale de type patriarcal, où la mobilité des femmes est traditionnellement ancrée [58,59], voire nécessaire pour la structuration sociale d'après certains auteurs [60].

L'identification de différents groupes proposés sur la base des valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ au Pirou pourrait privilégier l'hypothèse d'une origine géographique différente de certains des sujets du Pirou. Cette hypothèse est également appuyée par les résultats isotopiques du strontium ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) obtenus sur l'émail dentaire de deux sujets du Pirou, qui indiquent une origine géographique (pendant l'enfance) différente pour le sujet Amt 451 (« groupe A ») contrairement à celle du sujet Amt 116 (« groupe B ») qui serait locale ou avec une faible mobilité [55].

On note également que les individus du « groupe A » (Amt 293, 116 et 45) correspondent, d'une part, aux plus grands sujets du site du Pirou et, d'autre part, aux individus ayant des mesures métriques se différenciant nettement de celles des individus du Crès. Ces observations confirmeraient la distinction observée à partir des données isotopiques. Toutefois, ces résultats ne permettent pas de recouper les autres observations réalisées. Par exemple, les sujets (Amt 45, 289 et 451) présentant une ossification du ligament occipito-odontoïdien ne se distinguent pas du point de vue isotopique, leur âge au décès avancé n'apparaît pas en lien avec une alimentation particulière. Enfin, aucune corrélation n'a pu être mise en évidence avec les pratiques funéraires (position des corps et présence/absence de mobilier) ni suivant la répartition spatiale des inhumations.

Discussion générale

Le faible effectif ainsi que la mauvaise conservation osseuse ont rendu difficile une analyse complète des données métriques. Ces dernières montrent cependant une certaine hétérogénéité morphologique au sein des inhumés. Par ailleurs, une dispersion plus grande des données métriques est observée au Pirou comparativement aux inhumés du site proche et contemporain du Crès. Cette hétérogénéité se retrouve également au niveau des données isotopiques, suggérant des orientations alimentaires différentes selon les individus. À Valros, les sujets inhumés présenteraient ainsi une variabilité des données ostéométriques et isotopiques plus grande que ceux enterrés au Crès, alors que ce dernier site a un effectif nettement plus important.

Les croisements entre données biologiques et pratiques funéraires ne montrent pas de tendance particulière. Cet état de fait est dû à la fois à la difficulté de préciser l'appareil funéraire (par exemple couverture et coffrage éventuels) et d'identifier tout le mobilier associé aux défunts mais aussi à la diversité des gestes observés (Tableau 1). On note toutefois que les sujets inhumés en position non conventionnelle sont les plus âgés. Cela pourrait-il traduire un statut différent ? Ainsi, il existe à la fois une hétérogénéité des pratiques funéraires et des données biologiques. Sur le site, la relative dispersion des structures remployées pourrait témoigner de l'absence de gestion globale des inhumations. Seules les fosses Amt 293 et 289, séparées par le dépôt primaire d'un chien (Amt 291), pourraient correspondre à un regroupement cohérent d'aménagements en lien les uns avec les autres. Une des rares ressemblances entre certaines sépultures reste la proximité de fosses contenant des dépôts primaires de chiens, des concentrations de mobilier ou de restes atypiques de faune (Fig. 2). Au sein des inhumations observées à Valros, il existe, ainsi, des différences dans l'aménagement des fosses, dans les gestes autour du corps (mobilier, position des corps, etc.) et dans les pratiques autour de la tombe, ce qui ne va pas dans le sens d'un corpus homogène. Cette observation ne peut, en aucun cas, être interprétée comme le témoin d'une pratique normalisée réalisée par un même groupe d'individus. Les données biologiques vont également dans le sens d'une hétérogénéité des sujets considérés. Si ces inhumations font bien partie d'une même ère chronoculturelle, il faut garder à l'esprit que leurs datations couvrent au maximum 400 ans, ce qui pourrait expliquer certaines variations. Au vu de la diversité des données archéologiques, l'on ne peut donc pas considérer les inhumations découvertes comme un réel ensemble funéraire, mais plutôt comme des inhumations dispersées en contexte d'habitat. Malgré le faible nombre de défunts, on peut s'interroger sur l'absence des sujets masculins adultes sur le site du Pirou. L'hypothèse d'un recrutement particulier pourrait être confortée par la présence à quelques centaines

de mètres d'une autre inhumation d'un sujet féminin (Vigne de Bioaux) dans un contexte comparable.

En l'absence d'autres données, il est difficile d'aller plus loin dans la discussion, mais les résultats anthropologiques et isotopiques obtenus pourraient témoigner d'un recrutement des inhumés adultes suivant le sexe. Encore récemment, certains auteurs [48] considéraient que les séries chasséennes contenaient relativement plus de femmes. Mais cette constatation pourrait être due à un biais lié à la gracilité générale des sujets pour cette période. Si une telle assertion doit être confirmée par une étude globale, on peut, en revanche, s'interroger sur un recrutement préférentiel des femmes en contexte domestique, en structure de réemploi. Des études récentes pour le sud de la France montrent que les inhumations de sujets adultes des deux sexes réutilisent des fosses de stockage désaffectées de sites d'habitat chasséens anciens et récents (par exemple, Le Crès à Béziers, Les Plots à Berriac, Villeneuve-Tolosane-Cugnaux, Champ du Poste à Carcassonne, Saint-Aunès) [2,5-7,13,56,61,62]. Au sein des différents groupes de tombes distingués sur le site du Crès, aucune différence significative n'a été, pour le moment, observée suivant le sexe des sujets adultes [13]. Mais le nombre important de sujets de sexe indéterminé (10 des 26 sujets de plus de 15 ans) ne permet pas d'attester l'absence formelle de distinction suivant le sexe des défunts. On note à ce propos que, dans la zone nord de ce site, un groupe de fosses domestiques réemployées réparties autour d'un espace vide présente une proportion plus importante d'individus adultes féminins.

Pour le Chasséen méridional, plusieurs tendances concernant l'inhumation des femmes en fosses circulaires pourraient se détacher. Le rare mobilier de mouture est en général associé aux femmes [6], or ce n'est le cas ni au Pirou ni à la Vigne de Bioaux. Les sujets féminins pourraient être plus nombreux parmi les défunts en position conventionnelle (huit sur dix pour les cas observables). Mais cette tendance disparaît lorsque l'on prend en compte les défunts en position non conventionnelle [5]. Par ailleurs, lorsque le sexe a pu être déterminé, les sujets adultes inhumés en dépôt pluriel sont des femmes. Globalement, pour les femmes, il pourrait être distingué un groupe formé par les défuntes en position non conventionnelle et celles déposées sur le côté gauche parfois associées à des éléments de mouture et d'objets en matière dure animale [5]. Il est cependant clair qu'étant donné les faibles effectifs analysés et la large période chronologique appréhendée, les individus du Pirou pourraient modifier ces tendances. Ainsi, seul l'agencement des défuntes de l'Amt 293 (Fig. 3) et de l'Amt 451 correspond à une inhumation en position conventionnelle sur le côté gauche vraisemblablement associée à un dépôt de céramique, alors que les dépôts sur le côté droit sont tout aussi, voire légèrement plus nombreux (Amt 116, 177, 226, 2211).

Dans un contexte chasséen plus récent, dans la vallée du Rhône, Beeching [63,64] souligne la position centrale des

sujets féminins dans les fosses multiples et considère que les individus principaux dans ces tombes sont principalement des femmes, même si Crubézy [65] considère que ce sont à la fois des hommes et des femmes qui sont en position centrale. *A contrario*, un des rares ensembles chasséens anciens de la vallée du Rhône à Loriol-sur-Drôme regroupe à la fois des adultes des deux sexes et des sujets immatures [66]. Ces quelques points de comparaison illustrent très bien la spécificité des inhumations découvertes sur les sites du Pirou et de la Vigne de Bioaux comprenant très majoritairement des sujets de sexe féminin.

La confrontation des résultats isotopiques avec ceux obtenus sur d'autres sites chasséens de la région (zones du Languedoc et de la Garonne) montre que les sujets du Pirou s'insèrent dans la variabilité isotopique de cette zone géographique tout en ayant des particularités. Les sujets du Pirou auraient globalement une alimentation plus carnée que leurs voisins du Crès, se rapprochant du principal *outlier* mis en évidence sur ce dernier site, qui est également de sexe féminin. Par ailleurs, certains sujets du Pirou pourraient avoir eu un mode de vie nomade/semi-nomade, fréquentant des zones écologiques plus ou moins défrichées, ou encore venir d'aires géographiques distinctes.

Ces constatations permettent ainsi de questionner l'origine géographique et le statut social des sujets inhumés au Pirou. Les données pourraient témoigner de la diversité et de la complexité des occupations au Chasséen ancien qui, suivant la spécialité des sites (habitat ou espace funéraire), attireraient peut-être des groupes issus de populations différentes, au moins pour leur traitement funéraire. Est-ce que les inhumations de Valros sont constitutives de deux groupes, voire plus, dont témoigneraient les ensembles A et B identifiés par l'analyse isotopique ? Les femmes inhumées pourraient-elles venir de groupes différents ? Pourraient-elles traduire l'existence d'échanges matrimoniaux ou de pratiques sociales plus complexes ?

Il reste difficile de considérer les données archéologiques sous le prisme social, mais l'identification de recrutements particuliers ouvre la voie à de telles réflexions. Si les pratiques observées à Valros s'intègrent bien dans le contexte chasséen, la principale particularité du site réside dans le sexe féminin de tous les individus sexés. Cet ensemble constitue une singularité par son recrutement funéraire et donnerait donc l'image d'un espace réservé peut-être à une partie de la population ou plutôt à des individus venant de groupes différents, expliquant la grande diversité des données anthropologiques et isotopiques.

Conclusion et perspectives

La fouille des sites chasséens anciens du Pirou et de la Vigne de Bioaux à Valros a mis en évidence un petit nombre

d'inhumations individuelles — en fosses domestiques réemployées — de sujets exclusivement féminins. Les analyses métriques tendent à montrer une hétérogénéité biologique des individus. Si ce groupe se distingue par son recrutement biologique, les pratiques mortuaires observées (type de dépôt, mobilier, architecture de la tombe, position des défunts, etc.) s'insèrent en revanche parfaitement dans la variabilité régionale du Chasséen méridional.

Malgré le petit effectif, on note des différences entre les sujets inhumés à Valros et ceux du site voisin du Crès (Béziers), que cela soit dans le recrutement, les données métriques ou isotopiques ou encore le traitement funéraire. Concernant ce dernier point, certains éléments de caractérisation pourraient être discutés comme l'absence de dépôts multiples au Pirou, ce qui renforcerait la particularité des inhumations découvertes. Par ailleurs, tous les défunts du Pirou ont fait l'objet d'un agencement soigné et peuvent être associés à du mobilier funéraire, ce qui n'est pas toujours le cas, notamment au Crès où la question du statut réellement funéraire de certains dépôts a été posée [13]. Le très faible effectif considéré qui ne permet malheureusement pas une investigation statistique plus importante n'exclut pas la perspective de croisements des données archéologiques et anthropologiques avec d'autres séries chasséennes, de nouvelles analyses isotopiques, notamment pour tester l'hypothèse sur la mobilité et enfin des analyses paléogénétiques afin de confirmer ou d'infirmer l'hypothèse d'origines différentes des défuntes.

Pour la compréhension de l'implantation des inhumations en contexte d'habitat au Chasséen, les inhumations découvertes à Valros apportent des éléments de réflexion particuliers.

La difficulté de raisonner à partir d'un petit effectif demeure. Toutefois, ne pas prendre en compte ces ensembles, d'autant plus qu'ils sont fréquents à cette période, serait fausser toute la discussion sur les populations chasséennes. Dans cette réflexion, les écueils sont nombreux, les occupations chasséennes sont le plus souvent arasées et ne livrent qu'une information partielle, leur interprétation fonctionnelle est souvent incertaine, de même que leur durée et leur rythme de fréquentation. Pour le Chasséen, l'étude des défunts découverts sur les sites d'habitat doit contribuer au débat et venir alimenter une réflexion de fond sur la composition de ces groupes humains, leur statut et leur organisation.

Remerciements G. Loison, Coordination de la fouille A75, Inrap Méditerranée pour le financement de ces recherches. V. Forest, M. Pruvost. Laboratoire d'anthropologie bioculturelle UMR 6578 CNRS de Marseille, Équipe EPOC UMR 5805 CNRS de Bordeaux, K. Charlier, I. Billy, P. Martinez. M. Bessou (PACEA UMR 5199) pour la réalisation des radiographies. Nous remercions les relecteurs anonymes pour leurs remarques et observations constructives.

Liens d'intérêts : Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

Références

- Gandelin M, Lefranc P, Saintot S, Denaire A (2018) Morts néolithiques/Neolithic dead. In: Guilaïne J, Garcia D (eds) La protohistoire de la France. Hermann, Paris, pp 96-110
- Vaquer J (2014) Les pratiques funéraires au Néolithique moyen dans le Midi de la France. *Rivista Di Scienze Preistoriche* 64:5-24
- Vaquer J (1998) Les sépultures du Néolithique moyen en France méditerranéenne. In: Guilaïne J (ed) Sépultures d'Occident et genèses des mégalithismes (9000-3500 avant notre ère). Séminaire du Collège de France, Errance, Paris, pp 167-88
- Tchérémissouf Y (2016) Diversités et tendances des types et pratiques funéraires du Chasséen en Languedoc. In: Perrin T, Chambon P, Gibaja JF, et al (eds) Le Chasséen, des Chasséens... Retour sur une culture nationale et ses parallèles, Sepulcres de fossa, Cortailod, Lagozza, Actes du Colloque international des 18-20 novembre 2014, Archives d'écologie préhistorique, Toulouse, pp 367-80
- Schmitt A, Michel J (2016) Le traitement des défunts dans le Midi de la France entre 4400 et 3500 avant notre ère. In: Perrin T, Chambon P, Gibaja JF, et al (eds) Le Chasséen, des Chasséens... Retour sur une culture nationale et ses parallèles, Sepulcres de fossa, Cortailod, Lagozza, Actes du Colloque international des 18-20 novembre 2014, Archives d'écologie préhistorique, Toulouse, pp 381-406
- Schmitt A (2017) Middle Neolithic burials in Mediterranean France: honouring or rejecting the dead? *West & East* 2:63-82
- Loison G, Fabre V, Villemeur I (2003) Structures domestiques et aménagements funéraires sur le site chasséen du Crès à Béziers (Hérault). *Archéopages* 10:33-9
- Boulestin B (2008) Pourquoi mourir ensemble ? À propos des tombes multiples dans le Néolithique français. *Bulletin de la Société préhistorique française*, Paris, 105:103-30
- Vaquer J, Gandelin M, Rémicourt M, et al (eds) (2009) Défunts néolithiques en Toulousain. *Archives d'écologie préhistorique*, Toulouse, 239 p
- Goude G (2007) Étude des modes de subsistance de populations néolithiques (VI^e-IV^e millénaires av. J.-C.) dans le nord-ouest de la Méditerranée. Approche par l'utilisation des isotopes stables ($\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$) du collagène, thèse de doctorat en anthropologie, université Bordeaux-I, Bordeaux, 415 p
- Le Bras-Goude G, Schmitt A, Loison G (2009) Comportements alimentaires, aspects biologiques et sociaux au Néolithique : le cas du Crès (Hérault, France). *C R Palevol* 8:79-91
- Schmitt A (2008) La population chasséenne du gisement du Crès (Hérault) : caractéristiques métriques et anatomiques. *BMSAP* 20:105-24
- Loison G, Schmitt A (2009) Diversité des pratiques funéraires et espaces sépulcraux sectorisés au Chasséen ancien sur le site du Crès à Béziers (34) : croisements de données archéologiques et anthropologiques. *Gallia Préhistoire* 51:291-318
- Loison G, Gandelin M, Vergély H, et al (2011) Dynamiques d'occupation des sols à la préhistoire récente dans la basse vallée de l'Hérault : les apports de l'A75, tronçon Pézenas-Béziers. In: Sénépart I, Perrin T, Thirault E, et al (eds) Marges, frontières et transgressions : actualités de la recherche. Actes des 8^{es} Rencontres méridionales de préhistoire récente, Marseille, 7-8 novembre 2008. *Archives d'écologie préhistorique*, Toulouse, pp 317-44
- Vaquer J, Gandelin M (2014) La problématique des « villages ouverts ». *Archéopages (Village)* 40:16-7

16. Lefranc P, Denaire A, Chenal F, Arbogast RM (2010) Les inhumations et les dépôts d'animaux en fosses circulaires du Néolithique récent du sud de la plaine du Rhin supérieur. *Gallia Préhistoire* 52:61–116
17. Jeunesse C (2010) Les sépultures en fosses circulaires à l'horizon 4500–3500 : contribution à l'étude comparée des systèmes funéraires du Néolithique européen. In: Baray L, Boulestin B (eds) *Morts anormales et sépultures bizarres. Les dépôts humains en fosses circulaires et en silos du Néolithique à l'âge du fer*. EUD, Dijon, pp 29–54
18. Moorrees CFA, Fanning A, Hunt EE (1963) Age variation of formation stages for ten permanent teeth. *J Dent Res* 42: 490–502
19. Saunders S, DeVito C, Herring A (1993) Accuracy tests of tooth formation age estimations for human skeletal remains. *Am J Phys Anthropol* 92:173–88
20. Owings-Webb PA, Suchey JM (1985) Epiphyseal union of the anterior iliac crest and medial clavicle in a modern multiracial sample of American males and females. *Am J Phys Anthropol* 68:457–66
21. Schmitt A (2005) Une nouvelle méthode pour estimer l'âge au décès des adultes à partir de la surface sacropelvienne iliaque. *BMSAP* 17:89–101
22. Bruzek J (2002) A method for visual determination of sex, using the human hip bone. *Am J Phys Anthropol* 117:157–68
23. Murail P, Bruzek J, Houët F, et al (2005) DSP : un outil de diagnose sexuelle probabiliste à partir des données métriques de l'os coxal. *BMSAP* 17:167–76
24. Brauer G (1988) Osteometrie. In: Knussman R (ed) *Anthropologie, Handbuch der vergleichenden Biologie des Menschen* 4, Aufl age des Lehrbuchs des Anthropologie begründet von R. Martin. Band I, Wesen und Methoden der Anthropologie, Gustav Fisher Verlag, Stuttgart, pp 160–230
25. Cleuvenot E, Houët F (1993) Proposition de nouvelles équations d'estimation de stature applicables pour un sexe indéterminé et basées sur l'échantillon de Trotter et Gleser. *BMSAP* 5:245–55
26. Virtama P, Kiviluoto R, Palkama A, et al (1962) Estimation of stature from radiographs of long bones in children. III, children aged from ten to fifteen. *Ann Med Exp Biol Fen* 40:283–5
27. Civetta A, Schmitt A, Saliba-Serre B, et al (2009) Comparaison de deux « populations » de la deuxième moitié du V^e millénaire avant notre ère : approche anthropométrique. *BMSAP* 21:141–58
28. Mafart B (1980) *L'abbaye Saint-Victor de Marseille : étude anthropologique de la nécropole des IV^e–VI^e siècles*. CNRS, Paris, 426 p
29. Olivier G (1960) *Pratique anthropologique*. Vigot, Paris, 292 p
30. Smith BH (1984) Patterns of molar wear in hunter-gatherers and agriculturalists. *Am J Phys Anthropol* 63:39–56
31. Hillson SW (2001) Recording dental caries in archaeological human remains. *Int J Osteoarchaeol* 11:249–89
32. Rogers J, Waldron T (1995) *A field guide to joint disease in archaeology*. John Wiley and Sons Ltd, Chichester, 128 p
33. Ambrose SH, Norr L (1993) Experimental evidence for the relationship of the carbon isotope ratios of whole diet and dietary protein to those of bone collagen and carbonate. In: Lambert JB, Grupe G (eds) *Prehistoric human bone archaeology at the molecular level*. Springer-Verlag, Berlin, pp 1–37
34. Hedges REM, Clement JG, Thomas CDL, et al (2007) Collagen turnover in the adult femoral mid-shaft: modeled from anthropogenic radiocarbon tracer measurements. *Am J Phys Anthropol* 133:808–16
35. Minagawa M, Wada E (1984) Stepwise enrichment of 15N along food chain: further evidence and the relation between d15N and animal age. *Geochim Cosmochim Acta* 48:1135–40
36. Tieszen LL, Boutton TW, Tesdahl KG, et al (1983) Fractionation and turnover of stable carbon isotopes in animal tissues: implication for 13C analysis of diet. *Oecologia* 57:32–7
37. Longin R (1971) New method of collagen extraction for radiocarbon dating. *Nature* 230:241–2
38. Bocherens H (1992) *Biogéochimie isotopique (13C, 15N, 18O) et paléontologie des vertébrés : application à l'étude des réseaux trophiques révolus et des paléoenvironnements* [thèse de doctorat]. Université Paris-VI, Paris, 317 p
39. Ambrose SH (1990) Preparation and characterisation of bone and tooth collagen for isotopic analysis. *J Archaeol Sci* 7:431–51
40. DeNiro MJ (1985) Post-mortem preservation and alteration of in vivo bone collagen isotope ratios on relation to palaeodietary reconstruction. *Nature* 317:806–9
41. van Klinken GJ (1999) Bone collagen quality indicators for palaeodietary and radiocarbon measurements. *J Archaeol Sci* 26:687–95
42. Bocherens H, Drucker D, Billiou D (2005) État de conservation des ossements de la grotte Chauvet (Vallon-Pont-d'Arc, Ardèche, France) : implications pour la biogéochimie isotopique (paléodiètes, paléoenvironnements, datations au radiocarbone). *Bull Soc Prehist Fr* 102:77–87
43. Bocherens H, Drucker D, Billiou D, et al (2005) Une nouvelle approche pour évaluer l'état de conservation de l'os et du collagène pour les mesures isotopiques (datation au radiocarbone, isotopes stables du carbone et de l'azote). *L'Anthropologie* 109:557–67
44. Tchéréminissov Y, Martin H, Texier M, et al (2005) Les sépultures chasséennes du site de Narbons à Montesquieu-de-Lauragais (Haute-Garonne). *Gallia Préhistoire* 47:1–32
45. Sauter MR (1947) Le squelette postcrânien des Néolithiques : quelques réflexions. *Bull Soc Roy Belge Anthropol Prehist* 79:151–3
46. Riquet R (1970) *Anthropologie du Néolithique et du Bronze ancien*. SFIL et M. Texier, Poitiers, 280 p
47. Duday H (1976) La population de la France méditerranéenne dans le Languedoc et le Roussillon. In: Guilaine J (ed) *La préhistoire française, tome II*. CNRS, Paris, pp 129–34
48. Bresson F, Crubézy E (1999) Apport des Chasséens de Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme) et Montélimar (site du Gournier, Drôme) au problème de gracilisation. Résultats préliminaires. In: Beeching A, Vital J (eds) *Préhistoire de l'espace habité en France du Sud, Actes des premières rencontres méridionales de préhistoire récente, Travaux du Centre d'archéologie préhistorique*. Valence, pp 159–65
49. Maureille B, Rougier H, Houët F, et al (2001) Les dents inférieures du Néandertalien Regourdou 1 (commune de Montignac, Dordogne) : analyses métriques et comparatives. Annexe : limites de variation, distance (position) probabiliste et écart réduit ajusté. *Paléo* 13:183–200
50. Santos F (2012) À propos de la distance (position) probabiliste. *BMSAP* 24:93–4
51. Teaford MF, Lytle JD (1996) Diet-induced changes in rates of human tooth microwear: a case study involving stone-ground maize. *Am J Phys Anthropol* 100:143–7
52. Formicola V (1999) Una sepoltura infantile del Neolitico medio. In: Tinè S (ed) *Il Neolitico della caverna delle Arene Candide (scavi 1972–1977)*. Istituto Internazionale di Studi Liguri, Bordighera, pp 313–8
53. Le Bras-Goude G, Binder D, Formicola V, et al (2006) Stratégies de subsistance et analyse culturelle de populations néolithiques de Ligurie : approche par l'étude isotopique (d13C et d15N) des restes osseux. *BMSAP* 18:43–53
54. Herrscher E, Le Bras-Goude G (2010) Southern French Neolithic populations: isotopic evidence for regional specificities in environment and diet. *Am J Phys Anthropol* 14:259–72
55. Goude G, Castroni F, Herrscher E, et al (2012) First Strontium isotopic evidence of mobility in the Neolithic of Southern France. *Eur J Archaeol* 15:421–39
56. Vaquer J, Gandelin M, Hérouin S, et al (2008) La sépulture 1 de Villeneuve-Tolosane (fouilles L. Méroc). Révision d'une ancienne découverte. In: Vaquer J, Gandelin M, Rémicourt M, et al (eds) *Défunts néolithiques en Toulousain*. Archives d'écologie préhistorique, Toulouse, pp 45–67

57. Goude G, Schmitt A, Herrscher E, et al (2013) Pratiques alimentaires au Néolithique moyen : nouvelles données sur le site de Pontcharaud 2 (Auvergne, France). *Bulletin de la Société préhistorique française* 110: 299–317
58. Knipper C, Mittnik A, Massy K, et al (2017) Female exogamy and gene pool diversification at the transition from the Final Neolithic to the Early Bronze Age in central Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114:10083–8
59. Brown KA (2016) Women on the move. The DNA evidence for female mobility and exogamy in Prehistory. In: Leary J (ed) *Past mobilities archaeological approaches to movement and mobility*. Routledge, New York, pp 155–74
60. Cohen C (2016) *Femmes dans la préhistoire*. Belin, Paris, 257 p
61. Convertini F (dir) (2010) *Du Néolithique moyen I jusqu'à la fin de l'Antiquité : occupations et sépultures néolithiques, habitat du Bronze final et témoins antiques : Aude, Carcassonne, lieu-dit le Champ du Poste*. Rapport de fouilles Inrap Med, Nîmes, 737 p
62. Michel J, Sendra B (2014) Les sépultures chasséennes en contexte d'habitat de plein air du site de Saint-Antoine II à Saint-Aunès (Hérault). In: Sénépart I, Léandri F, Cauliez J, et al (eds) *Chronologie de la préhistoire récente dans le sud de la France. Acquis 1992–2012. Actualité de la recherche. Actes des 10^{es} Rencontres méridionales de préhistoire récente*, Porticcio, 18–20 octobre 2012. Éditions Archives d'écologie préhistorique, Toulouse, pp 549–67
63. Beeching A (1991) Sépultures, territoires et société dans le Chasséen méridional : l'exemple du bassin rhodanien. In: Beeching A (ed) *Identité du Chasséen*. APRAIF, Nemours (coll. Mémoires du musée de Préhistoire d'Île-de-France, 4), pp 327–41
64. Beeching A (2003) Organisation spatiale et symbolique du rituel funéraire chasséen en moyenne vallée du Rhône : première approche. In: Chambon P, Leclerc J (eds) *Les pratiques funéraires néolithiques avant 3500 av. J.-C. en France et dans les régions limitrophes*, SPF, Paris (coll. Mémoires de la SPF, XXXIII), pp 231–9
65. Crubézy E (1991) Les pratiques funéraires dans le Chasséen de la moyenne vallée du Rhône. In: Beeching A (ed) *Identité du Chasséen*. APRAIF, Nemours (coll. Mémoires du musée de Préhistoire d'Île-de-France, 4), pp 393–8
66. Gleize Y (2012) Les ensembles funéraires. In: Cordier F (ed) *Le Clos Chauvin, lotissement « Les Pierres Blanches 2 », Loriol-sur-Drôme*. Rapport de fouilles. Inrap, Valence, pp 111–22

L'espace funéraire du camp du château à Salins-les-Bains (Jura, France). Un exemple rare d'inhumations en *formae*

The *Camp du Château* Burial Area (Jura, France). A Rare Example of Burials in *formae*

D. Gandia · A. Schmitt · P. Gandel · D. Billoin · Y. Ardagna

Reçu le 11 mai 2018 ; accepté le 29 janvier 2019
© Société d'Anthropologie de Paris et Lavoisier SAS 2019

Résumé L'établissement fortifié de hauteur du *Camp du Château* à Salins-les-Bains (Jura, France) est un exemple rare de l'utilisation de structures funéraires particulières et encore peu attestées dans cette région, les *formae*. Ici, conçues lors de la phase de transformation d'un édifice pré-existant en église, elles ont accueilli de nombreuses inhumations dès le milieu du VII^e siècle jusqu'aux alentours de la fin du VIII^e siècle. Elles ne constituent cependant pas les seules structures funéraires du site et des inhumations en fosses ou en coffres, individuelles ou plurielles, dont la plus tardive est datée entre la fin du IX^e siècle et le début du XI^e siècle, ainsi que des fragments de sarcophages sont également attestés. Les données de terrain et l'étude anthropologique ont permis de déterminer la présence d'au moins 59 individus à l'échelle de l'espace funéraire et d'appréhender, dans une certaine mesure, son fonctionnement ainsi que les pratiques funéraires et notamment la réduction totale ou partielle des ossements des individus précédemment inhumés en vue du dépôt d'un nouveau corps au sein des *formae* et de certaines des autres structures funéraires.

Mots clés Jura · Camp du Château · Haut Moyen Âge · *Formae* · Sépultures · Réductions

Abstract The elevated *Camp du Château* fortified site at Salins-les-Bains (Jura, France) offers a rare example of the use of *formae*, particular burial structures for which there is little evidence elsewhere in this geographical area. These structures, dating back to the phase of transformation of a pre-existing edifice into a church, were used for numerous burials from the mid-7th Century until around the end of the 8th Century. However, they are not the only funerary structures on the site: there is evidence of other individual and multiple burials in pits or coffers, as well as fragments of sarcophagi, the most recent burial being dated between the end of the 9th century and the beginning of the 11th Century. The archaeological data and anthropological studies have determined the presence of at least 59 individuals in the burial area as well as, to some extent, its functions and associated funerary practices, and in particular the total or partial reduction of the bones of previously buried individuals in order to deposit a new corpse into the *formae* and some of the other funerary structures.

Keywords Jura · *Camp du Château* · Early Middle Age · *Formae* · Burials · Reduction.

D. Gandia (✉)
Archéodunum SAS ; Aix-Marseille Univ., CNRS, EFS, ADES,
Marseille, France
e-mail : david.gandia06@gmail.com

A. Schmitt (✉)
Aix-Marseille Univ., CNRS, EFS, ADES, Marseille, France
e-mail : aurore.schmitt@univ-amu.fr

P. Gandel (✉)
ArTeHiS, UMR 6298, CNRS
e-mail : philippegandel@yahoo.fr

D. Billoin (✉)
UMR 5140 ASM, Université Paul-Valéry Montpellier 3, France
e-mail : david.billoin@inrap.fr

Y. Ardagna (✉)
Aix-Marseille Univ., CNRS, EFS, ADES, Marseille, France
e-mail : yann.ardagna@univ-amu.fr

Introduction

Le site perché de *Château-sur-Salins* (ou *Château*) est localisé à 3,5 km à l'ouest de Salins-les-Bains. Cette agglomération est dynamique durant l'Antiquité tardive et le haut Moyen Âge via l'exploitation d'émergences d'eau salée et par la présence d'un axe de circulation majeur entre l'Italie du nord et les Royaumes Francs. Le sommet du plateau, entouré de fortes pentes et de falaises, couvre une superficie d'environ 25 hectares. Deux secteurs distincts, le *Camp du Château* et *Notre-Dame de Château-sur-Salins*, séparés de

800 m, occupent une superficie de 1 à 2 hectares durant le haut Moyen Âge [1].

De 2010 à 2015 des fouilles programmées, s'inscrivant dans le cadre d'un projet collectif de recherche (PCR) sur les établissements de hauteur de l'Antiquité tardive et le haut Moyen Âge en Franche Comté (IV^e-IX^e siècles), ont été effectuées sur le plateau [1]. Portant principalement sur le secteur du *Camp du Château*, dans la partie centrale et sommitale (Fig. 1), elles ont permis de mettre en évidence un rempart maçonné de 200 m de longueur, barrant le plateau, flanqué de deux portes aux extrémités et d'une tour semi-circulaire. Les résultats des analyses radiocarbones datent cette construction du début du VII^e siècle, chronologie qui correspond bien aux autres structures fouillées dans ce secteur. A proximité du rempart, un édifice maçonné de 14,35 m par 18 m est construit au début du VII^e siècle et progressivement transformé en église à nef unique avec un plan en tau, chevet carré, galeries sur trois côtés et couverture en tuiles (Fig. 2). Édifié au point culminant du plateau et visible dans un très large rayon, le choix de son emplacement reflète la volonté d'afficher un pouvoir. Cet édifice a vraisemblablement constitué un pôle religieux local dont le statut reste incertain [1].

La fonction funéraire de l'église est assurée par la présence de divers dispositifs : inhumations en fosses, coffres maçonnés, fragments de sarcophages et plus singulièrement de *formae*. En outre, sur le secteur de l'église, deux dépôts d'ossements individualisés ont été mis au jour : R17, installé dans une couche de mortier située à la jonction entre le chevet et la nef, et R22, dans l'annexe B (Fig. 2).

L'occupation funéraire et les *formae*

Les *formae*, dispositif funéraire rarement attesté en Gaule [2], consistent ici en deux « tranchées » creusées à même le banc calcaire, parallèles et alignées d'un bout à l'autre de la grande pièce centrale de l'église (Fig. 2 et 3). Conçues dès la phase de transformation de l'édifice, elles mesurent chacune 7 m de longueur, 0,40 m de profondeur pour une largeur comprise entre 0,5 et 0,55 m et s'interrompent à 1,5 m du mur oriental. Une banquette séparative est constituée d'un montage à sec d'une ou deux assises de pierres en calcaire blanc, issues du substrat rocheux et grossièrement mises en forme, d'une largeur variant de 0,35 à 0,40 m. Les parois verticales sont construites de manière similaire en intégrant ponctuellement la roche du substrat. Le fond de ces structures a été aplani comme en témoignent les traces d'impacts d'outils sur les arêtes calcaires. Elles sont toutes deux rigoureusement identiques dans leurs dimensions. Des blocs quadrangulaires en calcaire jaune disposés verticalement à l'intérieur délimitent des compartiments funéraires, ou alvéoles, au nombre de quatre par rangée, soit huit emplacements (notés Sp. 5, 7, 8, 9, 10,

11, 12 et 13). De grandes dalles de couverture en calcaire jaune couvrent la majeure partie de chacune de ces *formae* et reposent directement sur la roche et la banquette séparative. Les lacunes ayant été observées dans ces couvercles sont à mettre sur le compte de fouilles clandestines, ayant d'ailleurs occasionné la vidange complète de la partie est de la *formae* sud (alvéoles/Sp. 10 et 11).

En dehors des *formae*, on dénombre d'« autres structures funéraires »¹ (Fig. 4) :

- Six tombes en coffre de forme rectangulaire, dont trois de construction « mixte » (muret et dalles verticales ; maçonné, tuiles et « banquettes » ; tuiles et sans doute matériau périssable).
- Sept tombes en coffre naviforme à couverture de dalles de calcaire jaune, dont deux maçonnés et trois avec un fond en mortier parmi lesquels une présentait des traces de pigment rouge.
- Une tombe en coffre de forme trapézoïdale à parois de dalles verticales et couvertures de dalles de calcaire jaune.
- Deux tombes de forme oblongue dont une de construction « mixte » (maçonnée et tuiles).
- Quatre tombes en contenant en matériaux périssables.
- Deux tombes de forme indéterminée.

Cinq de ces « autres structures funéraires » se situent dans la galerie ouest (Sp. 1, 2, 4, 28 et 30), quatre dans la galerie sud (Sp. 17, 24, 26 et 27), deux dans l'annexe A (Sp. 18 et 19), neuf dans la nef (Sp. 3, 14, 15, 16, 20, 22, 23, 25 et 29) et une dans le chevet (Sp. 6) (Fig. 2 et 4).

Les datations radiocarbones réalisées, recouvrant des intervalles chronologiques assez vastes (dates calibrées) compliquant grandement l'interprétation (tableau 1 en annexe), montrent que les *formae* et au moins une partie des « autres structures funéraires » du site fonctionnent de manière synchrone. En ce qui concerne ces dernières, la majorité des datations couvre un spectre chronologique allant de la fin du VI^e à la fin du VIII^e siècle. La datation de l'individu de la sépulture 1 fixe toutefois la limite haute à la fin du IX^e siècle. En ce qui concerne les *formae*, la majorité des datations atteste une occupation entre la moitié du VII^e siècle et la deuxième moitié du VIII^e siècle. Néanmoins, deux datations, provenant de restes de l'alvéole 5 (dernier inhumé) et de l'alvéole 9 (os en réduction), fixent la limite haute au dernier quart du VIII^e siècle. Il convient toutefois ici de mentionner le cas de la sépulture 21, située dans la partie nord-est de la nef à l'extrémité de la *formae*

1. Dans le cadre de cet article nous utilisons cette expression pour désigner les inhumations effectuées hors *formae*, c'est-à-dire au sein des sépultures en fosse ou coffre afin d'opérer une distinction entre ces différents aménagements ; celle-ci n'inclut cependant pas les restes épars, retrouvés hors structures, et les dépôts d'ossements individualisés (R17 et R22).

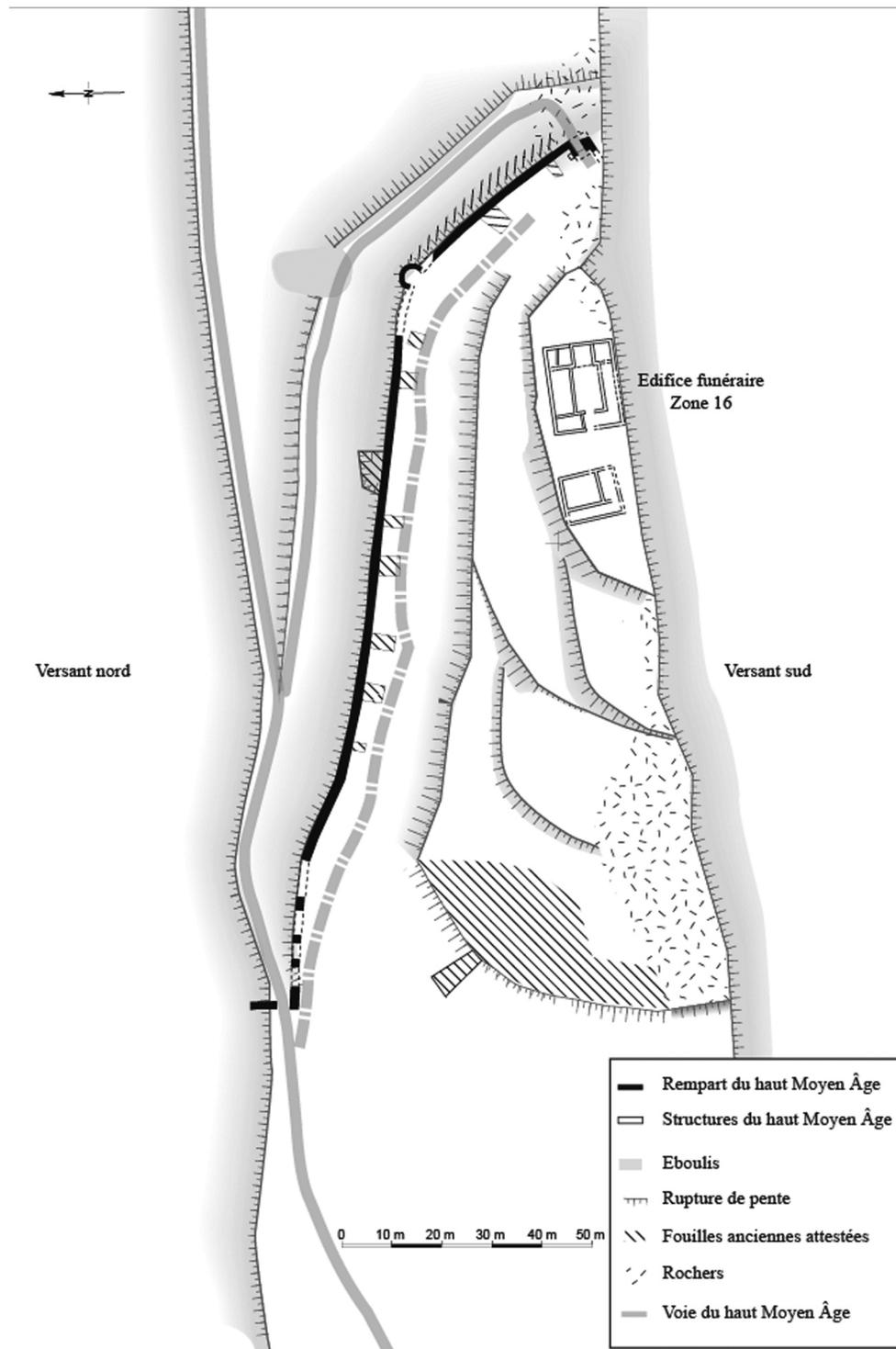


Fig. 1 Plan du Camp du Château (J. F. Piningre, P. Gandel) / *Plan of the Camp du Château (J. F. Piningre, P. Gandel)*

nord, datée par radiocarbone entre le premier quart du VIII^e siècle et la première moitié du X^e siècle, qui réemploie et perturbe en partie l'alvéole 13. Malgré le fait que son intervalle chronologique d'utilisation chevauche en partie celui des *formae*, les modalités d'installation ne correspondent pas à ce que l'on observe au sein de ces dernières. En effet, dans

la sépulture 21, le corps repose en partie seulement dans l'alvéole, et l'on n'observe qu'un aménagement partiel du banc rocheux. Cela suggère que cette inhumation a été installée après la clôture de la phase d'utilisation des *formae*.

Le groupe des sépultures 20, 22 et 23, localisées dans l'angle sud-est de la nef à la jonction avec le chevet, permet

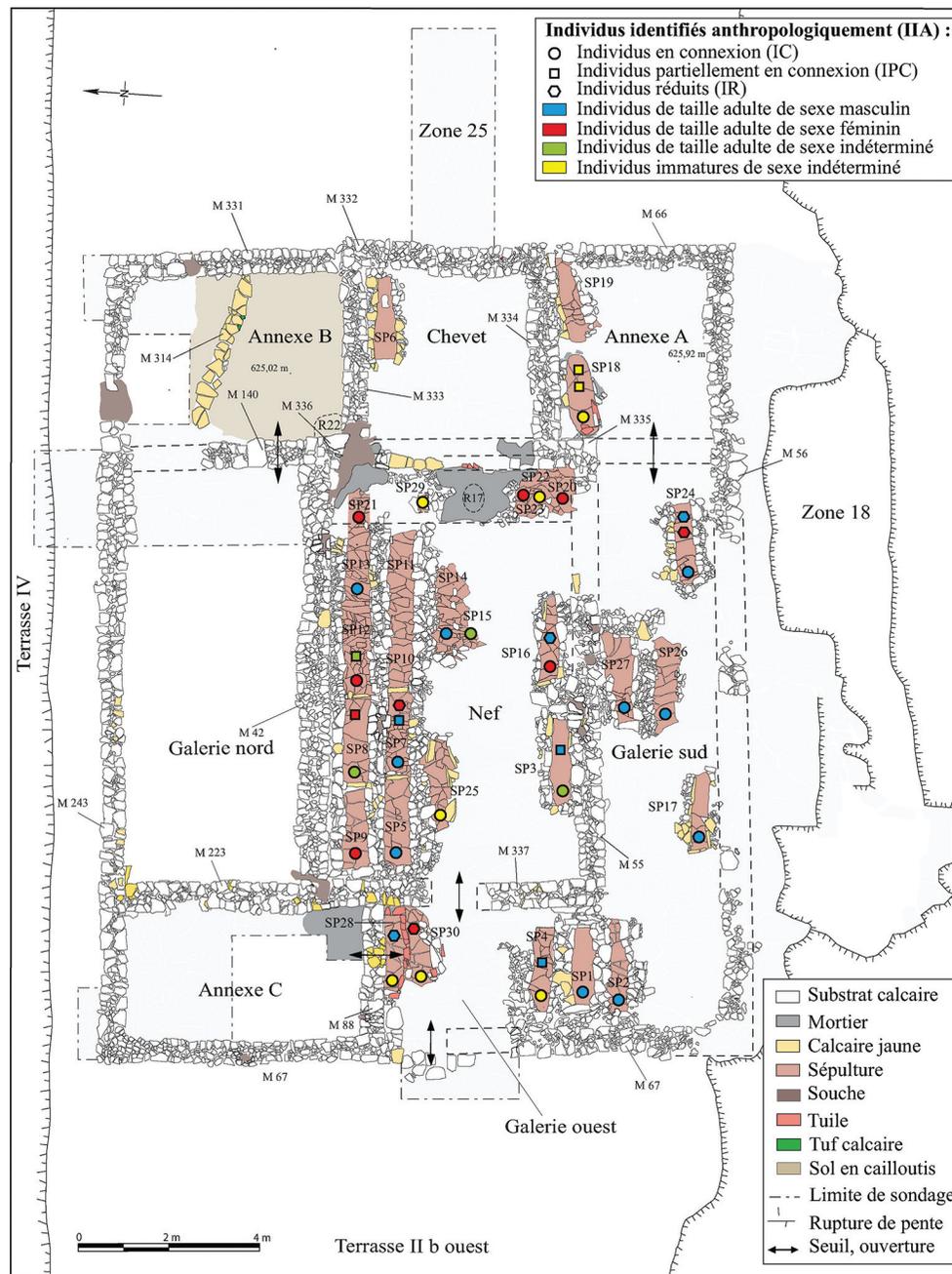


Fig. 2 Relevé pierre à pierre de la zone 16 (P. Gandel), localisation et nature des restes des individus identifiés anthropologiquement (dont tout ou partie du squelette a pu être identifié et reconstitué en laboratoire) (D. Gandia) / *Stone by stone survey of zone 16* (P. Gandel), location and nature of the remains of anthropologically identified individuals (those for which all or part of the skeleton could be identified and reconstituted in the laboratory) (D. Gandia)

également d'affiner notre connaissance des phases funéraires tardives dans l'édifice. Une première inhumation d'immaturation (Sp. 22) est recoupée par l'installation de la sépulture 23 elle-même surplombée par la sépulture 20 datée par radiocarbone entre la fin du VII^e siècle et la fin du IX^e siècle. Le comblement de cette dernière a livré un fragment de plaque de mortier rouge, pouvant témoigner d'un état de délabrement de l'église (tout au moins du décor mural) au

moment de sa réalisation. En outre l'aménagement des sépultures 23 et 20 perfore un sol de mortier situé à la jonction entre la nef et le chevet, correspondant à un aménagement tardif dont la fonction précise n'est pas déterminée.

Enfin, il convient de noter que des éléments des pieds de l'individu de la sépulture 21, précédemment mentionnée, sont pris dans cette nappe de mortier qui lui est donc postérieure.



Fig. 3 Cliché général zénithal des *formae* (D. Billoin, P. Haut) /
Zenithal overview of the *formae* (D. Billoin, P. Haut)

L'ensemble des sépultures 21, 20, 22 et 23 est donc aménagé après le premier quart du VIII^e siècle.

De son côté, la sépulture 15, située dans la partie médiane de la moitié est de la nef, semble être l'inhumation la plus tardive de l'espace funéraire puisqu'elle est datée par radiocarbone entre l'extrême fin du IX^e siècle et le début du XI^e siècle. On notera que la typologie de cette sépulture diffère de ce que l'on observe par ailleurs sur l'ensemble du site. Le corps a été installé de façon opportuniste dans un décaissement du substrat aménagé pour l'installation de la sépulture 14, mais sans réutilisation de la fosse à proprement parler (dépôt attendant) et sans réduction des restes osseux.

Au-delà de ces sépultures tardives, eu égard aux données dont nous disposons et même si les intervalles chronologiques des datations par radiocarbone des « autres structures funéraires » débutent avant ceux obtenus sur les os issus des *formae*, il n'est pas possible de déterminer si l'une des formes funéraires précède l'autre ou si elles fonctionnent concomitamment dès la création de l'espace funéraire. En l'état, il est toutefois possible de signaler que les *formae* ont été aménagées dès la phase de transformation de l'édifice préexistant et que leur utilisation est synchrone avec une partie des « autres structures funéraires ». A l'instar d'une majorité de celles-ci, l'utilisation des *formae*, pourrait s'être interrompue à la fin du VIII^e siècle.

Matériel et méthode

Fouille, enregistrement, prélèvement et traitement des restes osseux

Les sépultures ont été fouillées en suivant les recommandations archéothanatologiques décrites dans la littérature [3,4]. Outre les informations archéologiques, ont été enregistrées : le type d'inhumation (primaire, secondaire, individuelle, plurielle), l'orientation et la position du corps, les observations permettant l'analyse taphonomique, l'état de conservation et de représentation de chaque squelette ainsi que des paramètres paléobiologiques individuels.

Compte tenu de la présence de réductions, parfois importantes, déposées sur les individus en connexion au sein de certaines structures, le protocole a dû être adapté. Les dépôts d'ossements en réduction ont été fouillés par passes successives et les ossements identifiés et dessinés sur des impressions de clichés zénithaux. Au-delà de l'attribution aux différents horizons auxquels ils appartiennent, les ossements présentant une logique anatomique, voire conservant des connexions, ont été individualisés. Structures et unités stratigraphiques ont par la suite été traitées individuellement et les os épars ont fait l'objet d'un tri et de regroupements par type d'os ou secteur anatomique. Notons pour terminer, qu'il ne fut que ponctuellement possible d'appareiller des

Sp. N°	Localisation	NMI struct.	Type tombe	N° Ind.	Nature des restes	Orient. Corps	Position corps	Sexe	Cl. Age
Sp. 1	Galerie O	1	Coffrage naviforme et couverture de dalles calcaires jaunes ; fond en mortier. Présence de pigment rouge	100	IC	O/E	DD ; mb sup et inf en ext	Masc.	Ad. mat. spp
Sp. 2	Galerie O	1	Coffrage naviforme et couverture de dalles calcaires jaunes	101	IC	O/E	DD ; Mb sup G en ext, mb sup D leg fléchis. Mb inf en ext	Masc.	Ad. jeune
Sp. 3	Nef	3	Coffrage naviforme et couverture de dalles calcaires jaunes ; fond en mortier.	102	IC	O/E	DD ; Mb sup G leg fléchis, mb sup D en ext. Mb inf en ext	Ind.	Ad. jeune
				103	IPC	O/E	DD ; mb inf en ext	Masc.	Ad. mat. spp
Sp. 4	Galerie O	2	Coffrage naviforme et couverture de dalles calcaires jaunes	104	IC	O/E	DD ; mb sup fléchis. Mb inf en ext	Ind.	~ 12 ans
				105	IPC	O/E	DD ; mb inf en ext	Masc.	Ad. mat. Jeune
Sp. 6	Chevet	8	Coffrage naviforme et couverture dalles calcaires jaunes ; fond en mortier.	/	/	/	/	/	/
Sp. 14 et 15	Nef	2	Coffrage rectangulaire en murette et couverture de dalles calcaires jaune	111	IC	O/E	DD ; mb sup leg fléchis. Mb inf en ext	Masc.	Ad. jeune
	Nef			112	IC	O/E	DD ; mb sup leg fléchis. Mb inf en ext	Ind.	Subadulte
Sp. 16	Nef	2	Coffrage naviforme maçonné et couverture de dalles calcaires jaunes	132	IC	O/E	DD ; mb inf en ext	Fem.	Ad. mat. Jeune
				IR 15-1	IR	/	/	Masc.	Ad. mat. Jeune
Sp. 17	Galerie S	1	Coffrage trapézoïdale à parois de dalles verticales et couverture de dalles calcaire jaune	117	IC	O/E	DD ; mb sup leg fléchis. Mb inf en ext	Masc.	Ad. mat. Jeune
Sp. 18	Annexe A	6	Sépulture oblongue "mixte" (maçonnée et en coffrage de tuile)	123	IC	O/E	DD ; mb sup G fléchis, mb sup D ind. Mb inf en ext	Ind.	~ 13 ans
				IR 19	IPC	O/E	DD ; mb inf en ext	Ind.	6-12 ans
				IR 20	IPC	O/E	DD ; mb inf en ext (mb inf G incertain)	Ind.	6-12 ans

Fig. 4 Tableau descriptif des « autres structures funéraires ». IIA : individus identifiés anthropologiquement : dont tout ou partie du squelette a pu être identifié et reconstitué en laboratoire, IC : individus en connexion, IPC : individus partiellement en connexion, IR : individus réduits, DD : decubitus dorsal, spp : sans précision possible (D. Gandia) / *Descriptive table of the "other funerary structures". IIA: anthropologically identified individuals for which all or part of the skeleton could be identified and reconstituted in the laboratory; IC: connected individual skeletons; IPC: partially connected individual skeletons; IR: reduced individual skeletons; DD: decubitus dorsalis; spp: no identification possible (D. Gandia)*

ossements (au sein des réductions ou des éléments perturbés appartenant à des individus en connexion) et de reconstituer, partiellement, les corps. Ces appariements n'ont été réalisés que lorsqu'ils étaient certains et basés sur des critères fiables selon les principes et méthodes établies [5,6].

Estimation du sexe et de l'âge

La détermination du sexe des individus adultes et « subadultes » a été établie exclusivement à partir des os coxaux, principalement à partir de mesures utilisées pour la diagnose sexuelle probabiliste (DSP) [7] et/ou *via* la méthode morphoscopique basée sur l'os coxal développée par Bruzek [8].

L'estimation de l'âge des sujets jeunes et très jeunes a été réalisée d'après le stade d'éruption et maturation dentaire [9,10] ainsi que le stade de développement et de maturation osseux [11].

L'estimation de l'âge des sujets subadultes et adultes a principalement été réalisée à partir du stade de maturation osseuse [11] et, quand la méthode était applicable, *via* la morphologie de la surface articulaire sacro-pelvienne [12,13].

Nombre minimum d'individu (NMI)

Nous avons opté pour un NMI de fréquence [14] affiné par exclusion selon le niveau de maturation des os. Le calcul du NMI a été effectué à différentes échelles : à une échelle individuelle par structure (alvéole de *formae* et sépultures appar-

tenant aux « autres structures funéraires »), à une échelle globale locale par type de structure (*formae* vs « autres structures funéraires ») et à une échelle globale totale sur le secteur de l'église (*formae*, « autres structures funéraires », dépôts individualisés et restes épars).

Enfin, il convient d'indiquer que nous n'avons pas mené d'étude paléodémographique pour chercher à mettre en évidence d'éventuelles anomalies dans le profil de mortalité d'un échantillon ostéologique [15] ; fondée sur un NMI cette démarche est plutôt discutable [16]. Toutefois, à titre indicatif les taux d'individus immatures et adultes ont été calculés.

Résultats

Composition de l'échantillon

A l'échelle de l'espace funéraire (restes en connexion, en réduction, dépôts individualisés et restes épars), le NMI est de 50 individus adultes et 9 individus jeunes ou très jeunes², soit un NMI total de 59 individus. Parmi les os coxaux pour

2. A noter que, si le décompte des éléments osseux en laboratoire donne un NMI de 8 individus jeunes ou très jeunes, la présence de restes en logique anatomique mais ne présentant aucun caractère osseux pris en considération dans le décompte au sein de la sépulture 18 (R20), atteste de la présence d'un autre individu ; ce groupe d'os, clairement individualisé, ne peut appartenir à un autre individu identifié par ailleurs.

lesquels une diagnose sexuelle était possible on dénombre 25 hommes et 14 femmes.

Il fait cependant peu de doute que ces NMI sont en deçà du nombre réel, particulièrement en ce qui concerne les très jeunes immatures, en raison de la fragmentation des ossements et/ou de la mauvaise représentation des squelettes. De plus, il convient de signaler que deux compartiments de *formae* (alvéoles/Sp. 10 et 11) et plusieurs « autres structures funéraires » (Sp. 6, 16 et 19) ont fait l'objet de pillages et/ou de fouilles anciennes et ont été tout ou partie vidées. Ces lacunes influencent le NMI sans que l'on puisse en connaître l'étendue.

En termes de représentation osseuse, en ce qui concerne les individus adultes (l'examen des éléments immatures n'étant que peu pertinente compte tenu du caractère lacunaire des squelettes), l'élément le mieux représenté et ayant permis de déterminer le NMI est le processus mentonnier des mandibules (n = 50), suivi de l'épiphyse proximale des fémurs droits (n = 48). Par ailleurs, tout en gardant à l'esprit ces divers biais, on peut noter qu'au sein des structures contenant plusieurs individus, *formae* et certaines « autres structures funéraires », les éléments dont le rang n'est pas identifiable et/ou qui ne sont pas latéralisables, comme les vertèbres ou les phalanges sont présents bien que sous-représentés par rapport aux effectifs théoriques (tableaux 2 et 3 en annexe). On observe ainsi, au sein des *formae*, que les taux de représentation relatifs (par rapport au NMI) des vertèbres avoisinent les 50 %. De la même façon on peut noter que si les taux de représentation des éléments des extrémités (phalanges des mains et des pieds) sont plus variables, ceux-ci sont néanmoins représentés et dans des proportions parfois non négligeables (entre 8,5 et 53 %). Au sein des « autres structures funéraires » contenant plusieurs individus, les taux de représentation relatifs des vertèbres sont plus variables à la fois d'une structure à une autre mais également entre les différents segments du rachis (entre 0 et 93 %). En ce qui concerne les éléments des extrémités, les taux de représentation relatifs sont également variables mais sont parfois conséquents (entre 0 et 81 %). Enfin, il apparaît que la représentation de ces éléments au sein des sépultures individuelles est parfois bien moindre que ce que l'on observe dans les structures plurielles (tableau 4 en annexe) et qu'ils sont en outre fréquemment absents ce qui pose la question des facteurs de conservation osseuse différentielle au sein de certaines structures.

Aucune fosse de « vidange » ou « ossuaire » à proprement parler n'a été mise en évidence sur le secteur de l'église. Les deux dépôts d'ossements individualisés précédemment mentionnés, R17 et R22, de nature indéterminée, ne peuvent être considérés comme tels. En outre, on peut noter que la situation du dépôt R17, mis au jour au sein de la couche de mortier située à la jonction entre le chœur et la nef et correspondant à un aménagement tardif, indique que celui-ci a été opéré tardivement, probablement après la phase d'utilisation

des *formae* et de la plupart des « autres structures funéraires » (hors inhumations tardives). De la même façon, l'étude de la répartition des os épars hors structures funéraires ne révèle aucune organisation ou geste particulier et ceux-ci sont sans doute le résultat de perturbations dont la chronologie ne peut être déterminée.

Même si nous n'avons pas mené une analyse paléodémographique du recrutement, nous observons que la proportion d'adultes (85 %) est bien supérieure à celle des individus immatures identifiés. Pour une espérance de vie à la naissance de 30 ans, ce taux est compris entre 26 % et 62 % [16]. Par ailleurs, le fait que le NMI estimé pour les immatures, notamment celui des plus jeunes, est en deçà de celui de la population passée fait peu de doute. Pour donner un ordre d'idée, si nous considérons l'ensemble de tous les restes, et que l'on prend pour hypothèse que les os épars n'appartiennent pas aux quelques immatures en position primaire, il apparaît que l'église pourrait avoir accueilli 18 individus immatures (9 en connexion totale ou partielle et 9 estimés depuis les os en position secondaire). En outre, la majorité d'entre eux aurait été inhumée au sein des « autres structures funéraires » plutôt que des *formae* ; ces dernières n'ayant livré que 6 restes osseux (Fig. 5 et 6) dépourvus de toute connexion ou logique anatomique et appartenant à des individus d'âges divers (périnatal, 4-6 ans et 10-15 ans).

En s'attachant aux âges pouvant être restitués, au regard de la fragmentation des restes, il apparaît que 4 individus périnataux, 1 individu âgé entre 1 et 4 ans, 1 individu âgé entre 4 et 6 ans et 12 individus âgés entre 6 et 15 ans pourraient être présents. Même si ces éléments doivent être considérés avec la plus grande prudence, il semble que les individus les plus jeunes, notamment ceux décédés en période périnatale ou entre 1 et 4 ans, sont sous-représentés, comme cela est par ailleurs fréquemment observé au sein des espaces funéraires de cette époque [17-25].

Fonctionnement de l'espace funéraire

Au-delà de la question ayant trait à la composition de l'échantillon, l'aspect sans doute le plus caractéristique du site concerne les pratiques funéraires mises en évidence au sein de certaines structures et la réduction totale ou partielle des restes osseux du/des individu(s) précédemment inhumé(s) pour l'installation d'un nouveau défunt. Au niveau des *formae*, ce phénomène est observé au sein de la totalité des alvéoles non perturbées (Fig. 7). En ce qui concerne les « autres structures funéraires », la détermination est plus délicate en raison des diverses perturbations subies par plusieurs structures (fouilles anciennes, pillages, inhumations tardives) ; néanmoins il est possible d'indiquer qu'au moins 10 d'entre elles contenaient les restes de plusieurs individus tandis que 7 autres ne contenaient ceux que d'un seul sujet (Fig. 8).

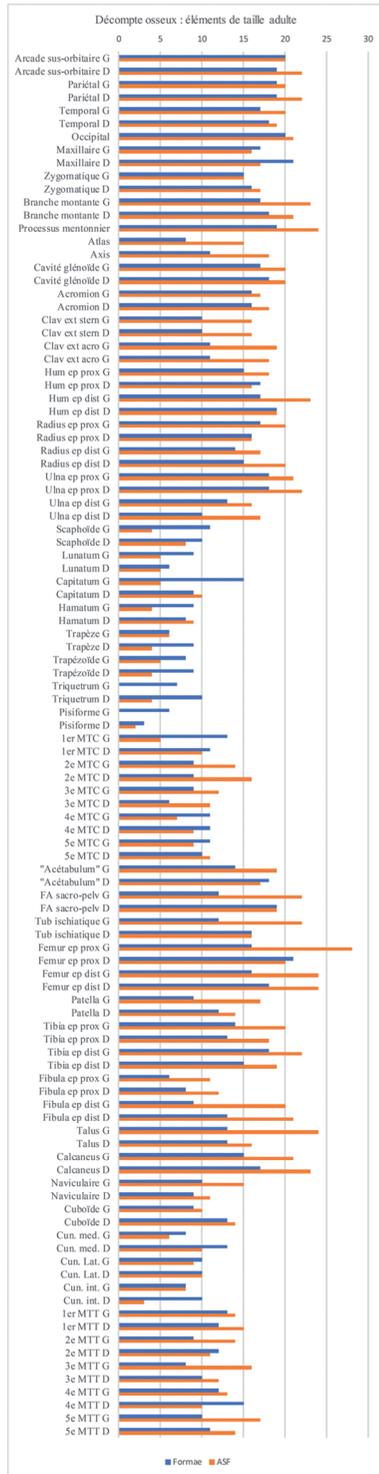


Fig. 5 Graphique de décompte des individus, éléments de taille adulte au sein des *formae* et des « autres structures funéraires » (ASF) / Graph showing numbers of individuals, adult sized elements in *formae* and “other funerary structures” (ASF)

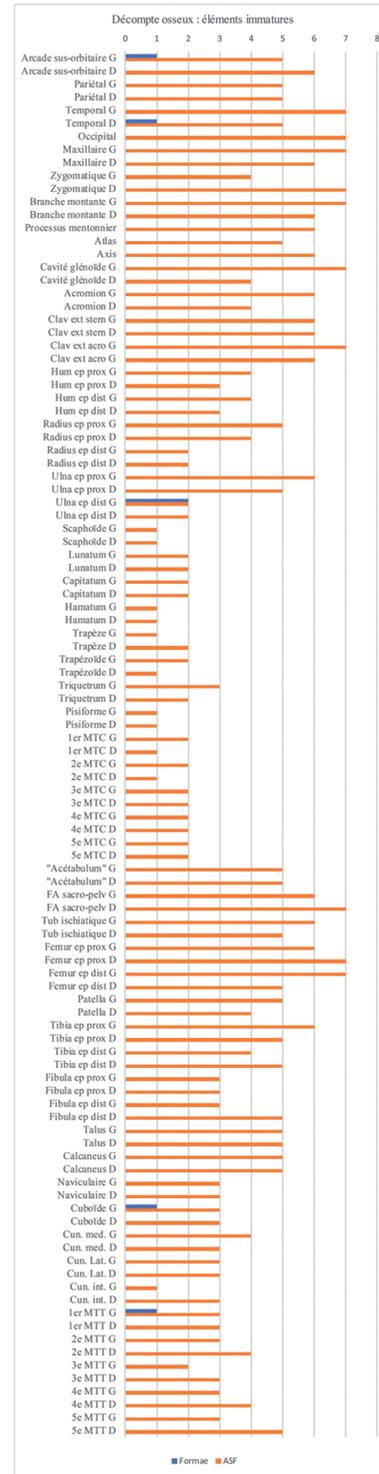


Fig. 6 Graphique de décompte des individus, éléments immatures au sein des *formae* et des « autres structures funéraires » (ASF) / Graph showing numbers of immature elements in *formae* and “other funerary structures” (ASF)

Ainsi, les alvéoles des *formae* livrent toujours un individu en connexion et des restes réduits appartenant au squelette d'au moins 2 à 7 individus (Fig. 7). Les « autres structures funéraires » associent quant à elles un individu en connexion et les ossements en réduction appartenant à plusieurs sujets précédemment inhumés (jusqu'à 7 ; Fig. 8). Il n'y a donc pas de différence fondamentale entre le fonctionnement des *formae* et des « autres structures funéraires » contenant plusieurs individus à l'exception du fait, comme nous le ver-

rons, que les premières étaient peut-être perçues d'une manière globale comme une seule et même entité funéraire.

En ce qui concerne les gestes liés à la réduction des ossements, aussi bien au sein des *formae* que des « autres structures funéraires », aucune organisation ni agencement systématiques n'ont pu être mis en évidence. Toutefois on identifie deux types de gestes (pouvant être opérés de façon concomitante) : 1) une partie des restes du précédent occupant est extraite, on dépose le défunt, puis les ossements sont

Recrutement au sein des <i>formae</i>						
N° de struct.	Individus identifiés anthropologiquement			Réductions		NMI <u>struct.</u>
	Identification	Cl. âge	Sexe	N° de réduction	Descriptif	
Alv./Sp. 5	IC 106	Ad. mat. jeune	Masc.	R3	4 ind. de taille adulte et au moins 1 TJI	5
Alv./Sp. 7	IC 116	Ad. mat. jeune	Masc.	R9	Ossements appartenant à Sq. 122 et IR 9-1	3
	IPC 122	Ad. jeune	Masc.			
	IR 9-1	Ad. mat. Jeune	Fem.			
Alv./Sp. 8	IC 107	Adulte spp	Ind.	R5	5 ind. de taille adulte (de sexe ind.) et 1 jeune ind.	6
	IPC 108	Ad. mat. jeune	Fem.			
Alv./Sp. 9	IC 109	Ad. mat. spp	Fem.	R6	7 ind. de taille adulte (dont 2 de sexe masc.) et 1 TJI	8
Alv./Sp. 10-11	/	/	/	/	Sépulture pillée ; quelques restes épars appartenant à au moins 1 individu de taille adulte	1
Alv./Sp. 12	IC 113	Adulte spp	Fem.	R7	4 Ind. de taille adulte et au moins 1 jeune individu	5
	IPC 114	Ad. mat. spp	Ind.			
Alv./Sp. 13	IC 115	Ad. jeune	Masc.	R8	7 ind. de taille adulte (dont 3 de sexe féminin et 3 de sexe masculin) et 1 jeune ind.	8

Fig. 7 Recrutement au sein des *formae* / Descriptive list of *formae* contents

Recrutement au sein des « Autres structures funéraires », dépôts individualisés et restes épars						
N° de struct./US	Individus identifiés anthropologiquement			Réductions		NMI struct.
	Identification	Cl. âge	Sexe	N° de réduction	Descriptif	
Sp. 1	IC 100	Ad. mat. spp	Masc.	/	/	1
Sp. 2	IC 101	Ad. jeune	Masc.	/	/	1
Sp. 3	IC 102	Ad. jeune	Ind.	R1	Ossements appartenant majoritairement à Sq. 102 et 103 mais pas uniquement ; 1 ind. Adulte	3
	IPC 103	Ad. mat. spp	Masc.			
Sp. 4	IC 104	~ 12 ans	Ind.	R2	Ossements appartenant à Sq. 105	2
	IPC 105	Ad. mat. jeune	Masc.			
Sp. 6	/	/	/	R4	7 individus de taille adulte dont 1 de sexe féminin et 1 "enfant"	8
Sp. 14 et 15	IC 111 (Sp. 14)	Ad. jeune	Masc.	/	/	2
	IC 112 (Sp. 15)	Subadulte	Ind.	/	/	
Sp. 16	IC 132	Ad. mat. jeune	Fem.	R15	Ossements appartenant à IP 122 et IR 15-1	2
	IR 15-1	Ad. mat. jeune	Masc.			
Sp. 17	IC 117	Ad. mat. jeune	Masc.	/	/	1
Sp. 18	IC 123	~ 13 ans	Ind.	R16, 19 et 20	1 adulte jeune de sexe masculin, 1 individu de taille adulte de sexe masculin et au moins 3 "enfants" (or IC)	6
	IPC R19	6-12 ans	Ind.			
	IPC R20	6-12 ans	Ind.			
Sp. 19	/	/	/	/	/	0
Sp. 20, 22 et 23	IC 118 (Sp. 20)	Ad. jeune	Fem.	R11	Restes appartenant à IP 118, 120 et 121 ainsi qu'à au moins 3 jeunes individus dont deux probables Infant Ia	6
	IC 120 (Sp. 23)	Ad. mat. âgé	Fem.			
	IC 121 (Sp. 22)	6-12 ans	Ind.			
Sp. 21	IC 119	Ad. mat. jeune	Fem.	R10	4 ind. de taille adulte et au moins 1 jeune individu	5
Sp. 24	IC 124	Ad. mat. âgé	Masc.	R18 et 21	Ossements appartenant aux 3 individus identifiés	3
	IR 18-1	Ad. mat. jeune	Masc.			
	IR 18-2	Ad. mat. jeune	Fem.			
Sp. 25	IC 125	10-14 ans	Ind.	/	/	1
Sp. 26	IC 126	Ad. jeune	Masc.	/	/	1
Sp. 27	IC 127	Ad. mat. âgé	Masc.	/	/	1
Sp. 28 et 30	IC 128 (Sp. 28)	13-15 ans	Ind.	R23	Restes appartenant à IR 23-1 et IR 23-2	4
	IC 130 (Sp. 30)	10-14 ans	Ind.			
	IR 23-1	Ad. jeune	Fem.			
	IR 23-2	Ad. mat. jeune	Masc.			
Sp. 29	IC 129	6-12 ans	Ind.	/	/	1
US 16251	/	/	/	R12 et 12'	Os épars : nef	4
US 16257	/	/	/	R14 et 14'	Os épars : galerie S.	1
US 16270	/	/	/	R17	Jonction chœur/nef	2
US 16301	/	/	/	R22	Annexe B ; restes appartenant à 5 ind. adultes et 1 immature "âgé" dont 4 adultes de sexe masculin.	6

Fig. 8 Recrutement au sein des « autres structures funéraires », dépôts individualisés et restes épars / *Descriptive list of contents of "other funerary structures", individual deposits and scattered remains*

réintroduits et placés sur le corps de ce dernier ; 2) tout ou partie des restes du précédent inhumé sont simplement repoussés contre les parois de la fosse ou parfois regroupés en amas dans le volume du coffre avant dépôt du nouveau

corps. Ces regroupements en amas évoquent toutefois moins une volonté d'organisation structurée et réfléchie qu'un aspect purement pratique afin de ménager, parfois sommairement, de l'espace.

On peut toutefois ici évoquer le cas de l'alvéole 7 de la *formae* sud (Fig. 9) qui contenait les restes de 3 individus, 1 en connexion (Sq. 116) et les restes réduits de 2 autres issus d'inhumations antérieures (IPC 122 et IR 9-1). Tandis qu'une grande partie des os réduits ont été placés aux pieds du dernier corps déposé, à l'est de l'alvéole, et que d'autres ont simplement été repoussés contre les parois latérales, les blocs crânio-faciaux en position secondaire ont été disposés de part et d'autre de la tête du dernier inhumé. Le corps de celui-ci reposait en partie sur des ossements en réduction, notamment sur des éléments de jambes et de pieds encore en logique anatomique de l'individu IPC 122. Une configuration proche a été observée au sein de l'alvéole 8, attenante mais appartenant à une autre rangée de *formae*. Les blocs crânio-faciaux d'inhumations antérieures sont situés à proximité de la tête du dernier individu déposé mais ont simplement été repoussés, plutôt qu'agencés avec soin. En ce qui concerne les « autres structures funéraires » des gestes similaires ont été observés. On peut par exemple mentionner le cas de la sépulture 24 qui contenait les restes de 3 individus (Fig. 8). Tandis que l'un des blocs crânio-faciaux en position secondaire, mêlé à d'autres ossements, reposait sur les jambes du dernier inhumé, le second, lui, a été disposé à côté de sa tête. (Fig. 10 et 11).

Au sein de plusieurs structures (alvéoles de *formae* ou « autres structures funéraires ») des os ou segments anatomiques ont parfois été retrouvés en logique anatomique ou connexion plus ou moins étroite et ont pu, dans certains cas, être individualisés (Fig. 7 et 8 : IPC). Toutefois, le plus souvent, la nature de ces connexions/logiques anatomiques n'est

pas aisée à restituer et notamment la persistance éventuelle de tissus mous ; cela en grande partie en raison des perturbations d'ordre taphonomique ayant affecté la plupart des structures et du matériel osseux (notamment racines et animaux fouisseurs). Dans certains cas de logiques anatomiques, comme entre un tibia et une fibula, la relation peut sans doute s'expliquer par un déplacement minimal lors de la réouverture ayant maintenu les os en position relative. Pour d'autres cas, comme celui de l'alvéole 7 (*formae* sud), certains segments du corps du précédent occupant n'ont pas été perturbés car cette manipulation n'a sans doute pas été jugée nécessaire.

En outre, la mise en évidence de surreprésentation ou, au contraire, de sous-représentation de certains ossements contenus dans les différentes alvéoles des *formae* suggère que plusieurs d'entre elles étaient sans doute (ré)ouvertes en même temps et que les ossements d'un même individu pouvaient être réduits dans plusieurs *loci* (cf. matériel sup.). En effet, des divergences en termes de NMI suggèrent des translations de pièces entre les diverses alvéoles. Ainsi, au sein de l'alvéole 5 (NMI de 4 *via* les épiphyses proximales de radius gauches), tandis que les seuls restes de bloc crânio-facial appartiennent à l'individu en connexion, des éléments appartenant à 3 mandibules sont présents. *A contrario* dans l'alvéole 9 attenante, mais appartenant à une autre rangée de *formae*, on observe un déséquilibre entre le nombre d'éléments attestant de la présence de blocs crânio-faciaux (NMI = 6) et de mandibules (NMI = 4). Ces divergences sont observables dans une plus ou moins grande mesure au sein de toutes les alvéoles. Néanmoins, la



Fig. 9 Sépulture (alvéole) 7, *formae* sud / Burial (cell) 7, south *formae*

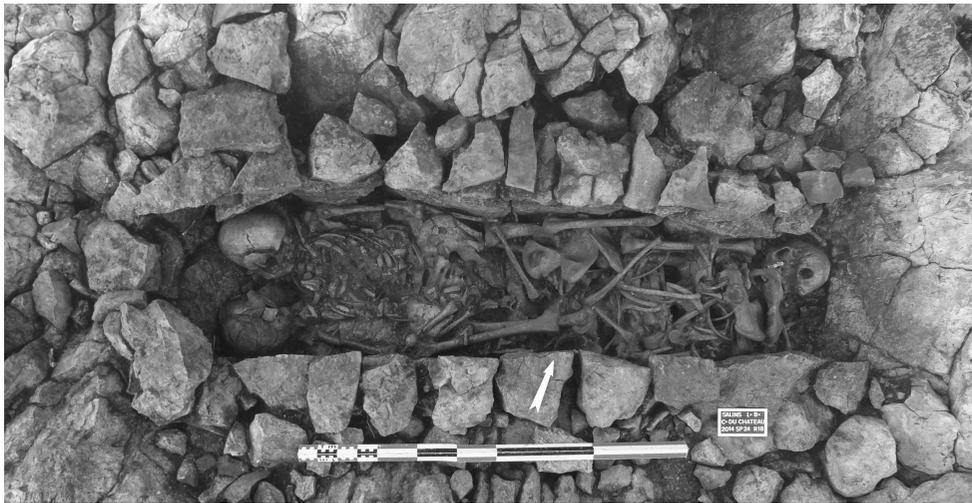


Fig. 10 Sépulture 24, individu en connexion (IC 124) et ossements en réduction (R18) / *Burial 24, connected individual skeleton (IC 124) and reduced bones (R18)*



Fig. 11 Sépulture 24, individu en connexion (IC 124) / *Burial 24, connected individual skeleton (IC 124)*

représentation des principaux secteurs anatomiques à l'échelle des *formae* montre une certaine homogénéité. En outre, des appariements (comme entre un bloc crânio-facial et une mandibule, des os longs, etc.) ont ponctuellement pu être effectués entre des restes appartenant à différentes alvéoles et aucune fosse de rejet ou ossuaire à proprement parler n'a été mise en évidence sur le site. Malgré ces éléments, on ne peut exclure complètement l'influence éventuelle de facteurs exogènes (fouisseurs, etc.) ou encore de réintroductions non systématiques de pièces osseuses extraites lors de la réouverture d'une ou plusieurs alvéoles.

L'étude des décomptes osseux à l'échelle de l'église, toutes classes d'âge confondues, a également permis de mettre en évidence que davantage d'individus ont été inhumés hors

formae qu'au sein de celles-ci (Fig. 5 et 6), soit, en termes de NMI respectivement 35 contre 23. Cette situation n'est sans doute pas anormale puisque le nombre des « autres structures funéraires » est supérieur à celui des compartiments des *formae* (22 contre 8).

En ce qui concerne la répartition en fonction du sexe, les restes d'individus de sexe féminin et masculin sont retrouvés à la fois dans les *formae* et les « autres structures funéraires », en connexion ou en réduction totale ou partielle (Fig. 7 et 8).

Dans le détail, on observe toutefois qu'au sein des « autres structures funéraires » toutes les inhumations individuelles (n'ayant accueilli qu'un individu et n'ayant pas été réemployée/réouverte ou perturbée), ne contenaient que des sujets de sexe masculin (Sp. 1, 2, 14, 17, 26, 27), à l'exception du

cas particulier de la sépulture 21 (en partie dans l'alvéole 13 de la *formae* nord) et des sépultures 15, 25 et 29, contenant des individus de sexe indéterminé (subadulte et immatures). Le faible effectif de sépultures réparties au sein des différents secteurs de l'église limite cependant les interprétations. Les « autres structures funéraires » étant localisées dans différentes zones de l'église, ces observations posent la question du choix de la réouverture/réutilisation d'une structure plutôt que d'une autre, de leur signalisation et accès ainsi que du nombre de dépôts au sein de certaines d'entre elles ; toutefois, en l'état, nous ne disposons d'aucun élément de réponse.

Toutes structures confondues, les chronologies relatives d'inhumation ont parfois pu être reconstituées, en partie au moins avec le dernier inhumé et, dans une moindre mesure, les datations radiocarbone. Ainsi, au sein des « autres structures funéraires », il semble que l'inhumation d'individus immatures correspond toujours aux dernières phases d'inhumation. En effet, à l'exception du cas particulier des sépultures 20, 22 et 23, précédemment évoqué, mais aussi de la sépulture 18 où des individus jeunes ont été réduits pour l'inhumation d'un autre individu jeune, aucun cas de réduction d'un individu immature pour l'installation d'un individu adulte n'a été observé. En ce qui concerne les *formae*, les choses sont plus compliquées. En effet, si aucun individu immature en connexion, même partielle, n'a pu être mis en évidence, la présence de 6 os (Fig. 6), disséminés au sein du remplissage des alvéoles 5, 8 et 9, rend l'interprétation délicate. Eu égard à la rareté et à la situation de ces éléments, provenant d'individus dont le stade de maturité diffère, il est tentant de les interpréter comme étant de nature exogène. Cela d'autant plus, si l'on considère la vraisemblable volonté de conservation des restes qui semble transparaître de l'étude de ces structures. Néanmoins, si cette hypothèse est séduisante et peut sembler la plus probable, elle soulève de nombreuses interrogations comme, notamment, la provenance de ces restes.

Concernant la répartition entre hommes et femmes, bien que tous les individus féminins identifiés au sein des *formae*, à l'exception peut-être de l'alvéole 13, sont en position secondaire, il n'a pas été possible de déterminer si le dépôt d'un individu de sexe féminin correspondait à la première phase d'inhumation d'une structure. Autrement dit, dans aucun cas il n'a été possible de déterminer avec certitude qu'une structure ait été initiée ou aménagée spécialement par/pour le dépôt d'un individu de sexe féminin. Par ailleurs, dans le cadre des « autres structures funéraires » à l'exception de la sépulture 6 (pillée), du cas particulier de la sépulture 21 (en partie dans l'alvéole 13 de la *formae* nord) et des sépultures 20 et 23 (inhumations tardives), toutes les structures au sein desquelles un individu de sexe féminin était présent (en connexion ou en réduction) contenaient également des restes réduits appartenant à un individu de sexe masculin.

Enfin, au sein de l'espace funéraire, à l'exception de deux individus inhumés plus tardivement (Sp. 22 et 23), orientés nord-ouest/sud-est, tous les individus en connexion, ou pour qui l'orientation a pu être déterminée, sont disposés tête à l'ouest et reposent en décubitus dorsal les membres inférieurs en extension ; la position des membres supérieurs varie quelque peu sans que cela ne puisse, sans doute, être considéré comme véritablement significatif (Fig. 4 et 12).

Discussion

Un des aspects sans doute les plus caractéristiques concernant les pratiques funéraires observées au sein de l'église du *Camp du château* est la réduction partielle ou complète de squelettes en vue de l'inhumation d'un nouveau défunt. Ce recours à la réduction, et donc à la réutilisation d'emplacements funéraires (alvéoles de *formae* ou « autres structures funéraires »), est loin d'être une spécificité du site, puisqu'elle s'observe de manière récurrente à l'époque

Position des membres supérieurs	Formae	ASF	Total
Extension	1	3	4
Mb sup G fléchis, mb sup D en ext	3	1	4
Mb sup D fléchis, mb sup G en ext	1	3	4
Fléchis	0	5 (7)	5 (7)
Indéterminé	1	2 (6)	3 (7)

Fig. 12 Tableau récapitulatif de la position des membres supérieurs dans et hors *formae*. Les chiffres entre parenthèses incluent les inhumations tardives. ASF : « autres structures funéraires » / Summary table of upper limb positions inside and outside *formae*. Numbers in parenthesis include later burials. ASF: "other funerary structures"

mérovingienne, notamment au sein des églises [26]. La probable dispersion des éléments d'un squelette au sein de plusieurs alvéoles de *formae* pousse à se questionner sur la perception du corps de la part des officiants et des proches du défunt et tendrait à envisager que le « respect » de « l'unité » corporelle ne revêtait pas une grande importance. La manipulation des os et la rupture de l'intégrité du corps ne constituent toutefois pas un obstacle du point de vue de l'idéologie religieuse [26]. En revanche, les taux de représentations, non négligeables, des pièces osseuses en réduction comme les vertèbres et, dans une moindre mesure, des éléments des extrémités, témoignent d'une certaine volonté de « conservation » des ossements. Ainsi, même si des translations d'ossements sont suspectées entre les différentes alvéoles des *formae*, les gestes observés ne sortent pas du cadre de la réduction car il ne semble pas que ces éléments soient définitivement extraits. Il n'est donc pas possible de considérer les restes osseux dissociés au sein des *formae* comme des « dépôts secondaires » à proprement parler car ceux-ci appartiennent aux individus s'étant décomposés au sein de ces dernières et ne correspondent pas à des apports extérieurs [27]. Ce comportement pragmatique, davantage perceptible au sein des « autres structures funéraires » que des *formae*, fréquemment rencontré par ailleurs, témoigne de la volonté de maintenir les restes dans la même structure grâce à de multiples manipulations, particulièrement dans le cas de structures réouvertes plusieurs fois [28]. En outre, cela pousse à envisager, *via* les probables translations d'ossements entre différentes alvéoles des *formae*, que celles-ci étaient considérées comme une seule et même entité funéraire. Ainsi, si l'alvéole en elle-même a pu, au départ, avoir valeur d'unité structurale, cet aspect se serait estompé au cours du temps au profit d'un usage plus global.

En raison du manque de données de comparaison, principalement les données anthropologiques, se livrer à une étude comparative des *formae* et de leur fonctionnement n'est pas chose aisée. Comme l'indique Colardelle [29], fondamentalement, les *formae* sont définies comme un dispositif funéraire interne à un mausolée, une *cella memoria* ou une église, destiné à recevoir des inhumations au fur et à mesure des décès. Les formes maçonnées (les plus fréquentes) ou en dalles, correspondent donc à des tombes construites à l'avance et par conséquent régulièrement disposées. Le terme *formae* est donc polysémique et recouvre des réalités archéologiques différentes en fonction des lieux et des périodes, sinon des chercheurs [2] rendant toute comparaison directe peu pertinente. Ce que confirment, d'ailleurs, les quelques exemples de sites ayant livré des structures correspondant à cette description [2]. En effet, au sein de l'inventaire dressé par Bully [2] (tableau récapitulatif en annexe), aussi bien en France qu'à l'étranger (Allemagne, Belgique, Croatie, Italie, Suisse), cette diversité des *formae* est flagrante et se manifeste aussi bien en termes d'architecture,

de mode de dépôt des corps (parfois en cercueil), de datation et de durée d'utilisation ou en lien avec le contexte de recrutement funéraire (par ex. monacal), même si ces données sont rares. Si des structures de ce type sont déjà connues dans l'Antiquité, les exemples de ce mode d'inhumation demeurent relativement limités ; néanmoins, certaines découvertes anciennes n'ont sans doute pas été identifiées comme des *formae* [2].

Dans tous les cas, ces dernières signalent des tombes privilégiées en raison de leur rapport spatial, architectural ou liturgique avec le monument qui les abrite : mausolée, église, espace de circulation. En anticipant le lieu de sépulture, la présence de tombes en *formae* est un indice tangible d'une organisation communautaire, familiale dans le cas de certains mausolées de l'Antiquité et de l'Antiquité tardive – et d'églises privées ? – puis épiscopale et monastique durant le haut Moyen Âge [2]. Dans le cas de l'établissement fortifié de hauteur du *Camp du Château* rappelons que celles-ci ont livré aussi bien des hommes que des femmes en connexion ou en réduction ainsi que de très rares fragments osseux épars qui pourraient malgré tout témoigner de la présence d'enfants. En outre, le cas de la sépulture 21, reposant en partie dans l'alvéole 13 de la *formae* nord pourrait indiquer l'attraction exercée par ces structures même après leur abandon et la volonté de certains défunts d'y être associés.

Pour les « autres structures funéraires », si les inhumations individuelles ne correspondent qu'à des sujets de sexe masculin, celles ayant livré les restes de plusieurs défunts témoignent de la présence, également, de femmes et d'enfants. Par ailleurs, il semble que ces derniers, appartiennent toujours aux dernières phases d'inhumation et aucun cas de réduction d'un individu jeune ou très jeune pour l'installation d'un individu adulte n'a pu être mis en évidence.

La sous-représentation des enfants, notamment des plus jeunes, renvoie à l'un des problèmes récurrents auxquels sont confrontés les anthropologues et les archéologues dans la plupart des sites funéraires de l'Antiquité au Moyen Âge [17-24]. En effet, dans la plupart des nécropoles rurales des V^e-VIII^e siècles, le nombre d'enfants retrouvé est généralement bas, surtout chez les moins de cinq ans. En revanche, on remarque une augmentation de leur nombre dans les cimetières entourant un lieu de culte [17-25].

Plus spécifiquement, les espaces funéraires mérovingiens, utilisés à partir du V^e s., se caractérisent par une répartition des inhumés en groupes supposés familiaux, dans des zones éloignées de l'habitat (« nécropoles de plein champ »), les enfants étant alors généralement disséminés au milieu des adultes. Entre le VI^e et le IX^e siècles, ces espaces funéraires de plein champ sont à peu près partout abandonnés et remplacés, de manière très progressive, par des sites liant à l'espace funéraire un lieu de culte et des habitations [20,30,31] ; modèle toutefois aujourd'hui discuté [20]. A partir du VIII^e

siècle, les cimetières organisés autour d'un édifice de culte développent une organisation très différente ; les tombes se rapprochent au plus près de l'autel et ne sont plus disposées en noyaux familiaux et certains secteurs sont particulièrement recherchés : l'intérieur de l'église par exemple est d'abord réservé aux élites. Si les interdictions d'inhumer dans les églises, déjà anciennes, se multiplient et s'affirment, il y a de nombreux exemples de sépultures contre le chevet, le long des murs gouttereaux ou encore devant le parvis. Des groupements de nombreux immatures sont fréquemment mis au jour au sein de ces zones privilégiées, notamment autour du chevet où il s'agit d'ailleurs souvent de nouveau-nés ou d'enfants de moins de 5 ans [17,18,20,24,32,33].

Sans entrer dans les débats méthodologiques secouant encore la discipline [34], les estimations démographiques issues des registres paroissiaux modernes ou des tables de mortalité contemporaines sont considérées comme représentatives des populations préindustrielles/préjennériennes dans leur ensemble. Ainsi, il est couramment admis que tout ensemble funéraire représentatif d'une « population naturelle » doit contenir de 30 à 40 % d'enfants, dont 30 à 50 % d'enfants de moins d'un an [18]. Or, la multiplication des fouilles archéologiques de grands ensembles funéraires du haut Moyen Âge montre que l'on n'atteint qu'exceptionnellement ces fréquences. Ceci met en évidence une tendance à la sous-représentation des jeunes enfants, en particulier de moins d'un an [17,20,31,35] ; aspect devant toutefois être nuancé par les découvertes de plus en plus fréquentes d'inhumations dispersées dans les zones d'habitats où ces derniers sont bien mieux représentés voire majoritaires [36].

Ce constat pose alors la question des facteurs pouvant expliquer cette sous-représentation, qu'ils soient d'ordre biologique, mécanique ou culturel. Le caractère partiel des fouilles, les perturbations que connaît un espace funéraire entre sa création, son utilisation et son abandon, l'aspect plus superficiel des sépultures, la taphonomie et la plus grande fragilité des ossements ou encore un choix/sélection à l'inhumation sont des facteurs très fréquemment relayés dans la littérature [17,18,20,26,37].

Dans notre cas, la rareté des restes d'immatures, pas plus que le caractère partiel de la fouille³ ou l'aspect superficiel des tombes (arasement) ne peuvent être retenus. Les perturbations de l'espace funéraire, depuis sa création jusqu'à son abandon, occasionnent sans doute un des biais majeurs à l'interprétation compte tenu du fait de la réouverture et du réemploi des sépultures. En outre, il convient de rappeler que des fouilles ancien-

3. Si quelques incertitudes peuvent subsister en ce qui concerne la galerie nord de l'église, le sondage réalisé sur un tiers de son emprise n'a livré aucune sépulture et le fort pendage qu'accuse le substrat à ce niveau laissent à penser qu'aucune ou alors très peu de sépultures peuvent s'y trouver.

nes et des pillages ont eu lieu sur le site et que la présence de fragments de sarcophages dénote de destructions. Enfin, si certains auteurs sont convaincus que la rareté des enfants est d'origine taphonomique et restent sceptiques face à un possible recrutement préférentiel [18,38] d'autres, plus nombreux, considèrent qu'une sélection à l'inhumation sur des critères d'âge peut jouer et expliquer le déficit en nourrissons et jeunes enfants [17,18,21-23,39,40]. Ainsi, une conservation différentielle des ossements ne pourrait à elle seule expliquer la sous-représentation des plus jeunes enfants [18].

Reste que, comme le mentionnent plusieurs auteurs [18,41], il est nécessaire de dépasser les cadres normatifs habituels pour tenter de discerner ce qui fait l'originalité de chaque espace funéraire en se focalisant sur le contexte historique et archéologique. Au regard des différents éléments exposés, malgré les biais évoqués et l'état de conservation des squelettes, il ne semble pas déraisonnable d'envisager qu'une sélection à l'inhumation des individus immatures ait été opérée, plus particulièrement en ce qui concerne les classes [0] et [1-4] ans.

Conclusion

Les données récoltées dans le cadre de l'étude anthropologique de l'église de l'établissement fortifié de hauteur du *Camp du Château* permettent d'apporter des éléments d'interprétation quant au fonctionnement de l'espace funéraire et, notamment, sur ce dispositif funéraire original, représenté par les *formae*. En premier lieu, il apparaît que les *formae* et les « autres structures funéraires » contiennent surtout des adultes. Par ailleurs, si les individus de sexe masculin sont mieux représentés au sein de l'espace funéraire, les femmes et les enfants n'en sont pas pour autant exclus, même si ces derniers et plus particulièrement les plus jeunes sont sous-représentés et laissent envisager une sélection à l'inhumation. En outre, s'il apparaît que, vraisemblablement, aucune sépulture individuelle n'a été aménagée à l'origine pour une femme, celles-ci sont représentées à la fois au sein des *formae* et des « autres structures funéraires », et leurs ossements étaient aussi bien en connexion qu'en réduction. Des restes d'enfants, notamment de tout-petits, sont également présents au sein des *formae* mais la nature des dépôts est incertaine compte tenu de leur rareté et de l'absence de toutes connexions ou logique anatomique. *Formae* et « autres structures funéraires » sont donc conçues dès l'origine pour accueillir, indistinctement, hommes, femmes et enfants même si, concernant ces derniers, cela reste incertain pour les premières.

Enfin, il semble que l'inhumation d'individus immatures au sein des « autres structures funéraires » correspond toujours aux dernières phases d'inhumation. En effet, à l'exception de deux cas particuliers, aucun cas de réduction d'un

individu immature pour l'installation d'un individu adulte n'a été observé. L'inhumation d'un immature au sein d'une tombe en marque-t-elle le terme de sa phase d'utilisation ?

Pour terminer, il convient de noter que, au vu de la durée d'utilisation de l'espace funéraire, le nombre relativement faible de sépultures et d'individus mis au jour, n'est pas sans poser de question, notamment sur le statut de cet édifice et des individus inhumés. La poursuite de l'exploitation des données et de nouvelles analyses visant à caractériser les

défunts (notamment par la paléopathologie), permettront peut-être de mieux comprendre ce site ainsi que l'échantillon de population représenté. Ceci facilitera en premier lieu les comparaisons avec des sites chronologiquement et géographiquement proches [31] avant de confronter nos résultats avec les études d'autres *formae*.

Liens d'intérêt : Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

ANNEXE

Tableau 1 Datations radiocarbone réalisées sur ossements au sein de l'église / *Radiocarbon dated bones in the church*

Sép.	Sq.	Description	Code labo	Dates calibrées
Sp. 4	/	Réduction	Beta-332005	590-665
Sp. 3	Sq. 102	Zone 16 us 151	Ly-10870	602-674
Sp. 3	/	/	Ly-17178	613-682
Sp. 23	/	/	Ly-16700	620-764
Sp. 14	Sq. 111	/	Ly-16696	622-762
Sp. 7	Sq. 116	/	Ly-16931	637-764
Sp. 18	R 16	/	Ly-12410	637-765
Sp. 22	Sq. 21	/	Ly-12409	641-765
Sp. 21	R 10	/	Ly-16697	658-769
Sp. 30	IR 23-2	/	Ly-16932	659-768
Sp. 12	R 7	/	Poz-90434	661-771
/	R 22	Us 301	Poz-90437	664-770
Sp. 5	Sq. 106	Zone 16 us 150	Ly-10869	666-863
Sp. 17	Sq. 117	/	Poz-90439	669-779
Sp. 24	IR 18-1	/	Poz-90440	669-779
/	R 17	/	Ly-12411	641-744
Sp. 1	/	Zone 16 us 77	Ly-9539	683-879
Sp. 17	/	/	Ly 9539	683-879
Sp. 16	IR 15-1	/	Poz-90438	689-751
Sp. 7	IR 9-1	/	Poz-90436	690-750
Sp. 13	/	/	Poz-90441	690-750
Sp. 9	/	Réduction	Beta- 332006	688-882
Sp. 20	Sq. 118	/	Ly -16699	690-885
Sp. 21	Sq. 119	/	Ly-16701	725-941
Sp. 15	Sq. 112	/	Ly-16698	893-1017

Tableau 2 Décompte et représentation des vertèbres et phalanges au sein des *formae* / *Number and representation of vertebrae and phalanges in the formae*

Elem. Os.	Effectif théorique	Décompte	% rep. relatif
C3-C7	105	52	49,5
Vert. T	252	116	46,0
Vert L	105	53	50,5
Vert	462	221	47,8
PP mains	210	111	52,9
PM mains	168	71	42,3
PD mains	210	63	30,0
PP pieds	210	101	48,1
PM pieds	168	22	13,1
PD pieds	210	18	8,6

Tableau 3 Décompte et représentation des vertèbres et phalanges au sein des sépultures plurielles hors *formae* / *Number and representation of vertebrae and phalanges in the multiple burials not in formae*

Sp. / NMI	Elem. Os.	Effectif attendu	Décompte	% rep. relatif
Sp. 3 (NMI = 3)	C3-C7	15	5	33,3
	Vert. T	36	20	55,6
	Vert L	15	9	60,0
	Vert	66	34	51,5
	PP mains	30	3	10,0
	PM mains	24	3	12,5
	PD mains	30	1	3,3
	PP pieds	30	14	46,7
	PM pieds	24	2	8,3
	PD pieds	30	3	10,0
Sp. 6 (NMI = 7) Sépulture pilée	C3-C7	35	0	0,0
	Vert. T	84	5	6,0
	Vert L	35	7	20,0
	Vert	154	12	7,8
	PP mains	70	7	10,0
	PM mains	56	4	7,1
	PD mains	70	0	0,0
	PP pieds	70	2	2,9
	PM pieds	56	0	0,0
	PD pieds	70	1	1,4
Sp. 14-15 (NMI = 2)	C3-C7	10	8	80,0
	Vert. T	24	12	50,0
	Vert L	10	8	80,0
	Vert	44	28	63,6
	PP mains	20	2	10,0
	PM mains	16	4	25,0
	PD mains	20	3	15,0
	PP pieds	20	2	10,0
	PM pieds	16	0	0,0
	PD pieds	20	1	5,0
Sp. 16 (NMI = 2)	C3-C7	10	4	40,0
	Vert. T	24	12	50,0
	Vert L	10	9	90,0
	Vert	44	25	56,8
	PP mains	20	8	40,0
	PM mains	16	4	25,0
	PD mains	20	2	10,0
	PP pieds	20	1	5,0
	PM pieds	16	2	12,5
	PD pieds	20	0	0,0
Sp. 18 (NMI = 2)	C3-C7	10	3	30,0
	Vert. T	24	6	25,0
	Vert L	10	8	80,0
	Vert	44	17	38,6
	PP mains	20	11	55,0
	PM mains	16	13	81,3
	PD mains	20	7	35,0
	PP pieds	20	7	35,0
	PM pieds	16	3	18,8
	PD pieds	20	2	10,0
Sp. 20 et 23 (NMI = 2)	C3-C7	10	0	0,0
	Vert. T	24	1	4,2
	Vert L	10	5	50,0
	Vert	44	6	13,6
	PP mains	20	10	50,0
	PM mains	16	8	50,0
	PD mains	20	5	25,0
	PP pieds	20	11	55,0
	PM pieds	16	2	12,5
	PD pieds	20	2	10,0
Sp. 21 (NMI = 4)	C3-C7	20	4	20,0
	Vert. T	48	13	27,1
	Vert L	20	5	25,0
	Vert	88	22	25,0
	PP mains	40	0	0,0
	PM mains	32	3	9,4
	PD mains	40	1	2,5
	PP pieds	40	2	5,0
	PM pieds	32	1	3,1
	PD pieds	40	0	0,0
Sp. 24 (NMI = 3)	C3-C7	15	11	73,3
	Vert. T	36	31	86,1
	Vert L	15	14	93,3
	Vert	66	56	84,8
	PP mains	30	8	26,7
	PM mains	24	6	25,0
	PD mains	30	6	20,0
	PP pieds	30	12	40,0
	PM pieds	24	1	4,2
	PD pieds	30	4	13,3
Sp. 28 et 30 (NMI = 2)	C3-C7	10	6	60,0
	Vert. T	24	16	66,7
	Vert L	10	6	60,0
	Vert	44	27	61,4
	PP mains	20	5	25,0
	PM mains	16	6	37,5
	PD mains	20	6	30,0
	PP pieds	20	6	30,0
	PM pieds	16	4	25,0
	PD pieds	20	3	15,0

Tableau 4 Décompte et représentation des vertèbres et phalanges au sein des sépultures individuelles / *Number and representation of vertebrae and phalanges in the individual burials*

Sp. / NMI	Elem. Os.	Effectif attendu	Décompte	% rep. relatif
Sp. 1 (NMI = 1)	C3-C7	5	4	80,0
	Vert. T	12	12	100,0
	Vert L	5	5	100,0
	Vert	22	21	95,5
	PP mains	10	6	60,0
	PM mains	8	0	0,0
	PD mains	10	0	0,0
	PP pieds	10	2	20,0
	PM pieds	8	0	0,0
	PD pieds	10	0	0,0
Sp. 2 (NMI = 1)	C3-C7	5	5	100,0
	Vert. T	12	12	100,0
	Vert L	5	6	120,0
	Vert	22	23	104,5
	PP mains	10	0	0,0
	PM mains	8	1	12,5
	PD mains	10	1	10,0
	PP pieds	10	1	10,0
	PM pieds	8	0	0,0
	PD pieds	10	1	10,0
Sp. 4 (NMI = 1)	C3-C7	5	3	60,0
	Vert. T	12	7	58,3
	Vert L	5	5	100,0
	Vert	22	15	68,2
	PP mains	10	1	10,0
	PM mains	8	0	0,0
	PD mains	10	0	0,0
	PP pieds	10	2	20,0
	PM pieds	8	0	0,0
	PD pieds	10	0	0,0
Sp. 17 (NMI = 1)	C3-C7	5	3	60,0
	Vert. T	12	12	100,0
	Vert L	5	5	100,0
	Vert	22	20	90,9
	PP mains	10	1	10,0
	PM mains	8	2	25,0
	PD mains	10	2	20,0
	PP pieds	10	1	10,0
	PM pieds	8	0	0,0
	PD pieds	10	0	0,0
Sp. 26 (NMI = 1)	C3-C7	5	3	60,0
	Vert. T	12	9	75,0
	Vert L	5	5	100,0
	Vert	22	17	77,3
	PP mains	10	6	60,0
	PM mains	8	4	50,0
	PD mains	10	4	40,0
	PP pieds	10	4	40,0
	PM pieds	8	1	12,5
	PD pieds	10	6	60,0
Sp. 27 (NMI = 1)	C3-C7	5	1	20,0
	Vert. T	12	11	91,7
	Vert L	5	5	100,0
	Vert	22	17	77,3
	PP mains	10	2	20,0
	PM mains	8	4	50,0
	PD mains	10	3	30,0
	PP pieds	10	2	20,0
	PM pieds	8	1	12,5
	PD pieds	10	0	0,0

Tableau 5 Récapitulatif des *formae* attestées au sein de la littérature / *Summary of formae evidence in the literature*

Nom du site	Localisation	Datation	Contexte archéologique et description	Données biologiques et funéraires	Réf
Mausolées, nécropole <i>Isola Sacra</i>	Ostie, Italie	II ^e s.	Parmi les grappes de monuments funéraires se distinguent des mausolées collectifs à chambre en forme de petit temple accueillant des tombes <i>formae</i>	Néant	[1]
Mausolée A40 <i>Porta Mediana</i>	Cumes, Italie	II ^e s.	Edifice construit en <i>opus vittatum</i> de plan légèrement trapézoïdal de 45 m ² probablement voûté en plein cintre ; suit le modèle du mausolée collectif à chambre en forme de petit temple. La chambre funéraire accueillait 7 tombes en <i>formae</i> à inhumation individuelle, limitées par des murets de moellons, disposées en « U » le long des murs de la pièce. Les cellules sépulcrales étaient scellées par des plaques de marbre blanc	Néant	[1,2]
Mausolée du monastère Saint Pierre	Osor, Croatie	IX ^e -XIII ^e s.	Construction rectangulaire de 7,55x3,30 m qui contenait 3 voire 6 cuves quadrangulaires maçonnées (<i>formae</i>), alignées le long des murs et mesurant 0,70x1,90 m pour la phase 1 ; réhaussées par la suite pour former une seconde cuve. Fermeture <i>via</i> de larges et épaisses dalles scellées	Chaque tombe a accueilli plusieurs dizaines d'individus adultes de sexe masculin correspondant sans doute à la communauté monastique.	[1]
Mausolée oriental de Notre Dame-du-Bourg	Digne, France	2 nd moitié du IV ^e s.	Le mausolée conserve les restes de 2 tombes en <i>formae</i> ; les fosses, rectangulaires, sont séparées par un étroit muret de briques et leur fond est couvert de <i>tegulae</i>	Simple mention d'une « tombe d'adulte » et d'une « tombe d'adolescent ». Mausolée familial sans doute encore païen.	[1,3]
Mausolée de l'église Saint-Hippolyte	Grand Saconnex, Suisse	V ^e s.	4 tombes maçonnées constituent les plus anciennes structures dégagées dans l'église : 3 tombes en <i>formae</i> , dont seule subsiste l'extrémité nord, orientées Nord-Sud ont d'abord été construites simultanément avant qu'une 4 ^e ne soit ajoutée à l'Est. Leurs cuves, de plan légèrement trapézoïdal, étaient cernées d'étroits murets maçonnés. Ces tombes sont antérieures à la 1 ^{re} église puisque son mur les recouvre. L'ajout d'une 4 ^e tombe, parfaitement alignée, au groupe primitif indique que celui-ci était resté visible ; un petit édifice a donc dû abriter ces sépultures.	Néant ; les défunts enterrés dans le <i>formae</i> appartenaient sans doute à une famille importante de la région. Ce sont peut-être leurs descendants qui ont fondé l'église et ont été à leur tour ensevelis dans ce lieu.	[1,4]
Mausolée de Saint-Prex	Saint-Prex, Suisse	Postérieure aux IV ^e -V ^e s	Simple mention de <i>formae</i> prenant place dans un local funéraire adossé, dans une 2 nd phase, à un mausolée sans doute de plan rectangulaire des IV ^e -V ^e siècle	Néant	[1,5]
Mausolées, nécropole antique sud de Cologne	Cologne, Allemagne	V ^e ou VI ^e s.	Des fouilles anciennes ont mis au jour 2 mausolées à <i>formae</i> voûté pour l'un d'eux ; de plan rectangulaire identique, les caveaux aux parois enduites étaient recouverts d'épaisses dalles de pierre s'insérant dans un sol de mortier.	Néant	[1]
Eglise Sainte-Ursule	Cologne, Allemagne	Indéterminée (préromane)	Les fouilles menées sous l'église romano-gothique de Sainte-Ursule ont révélé un massif de maçonnerie situé à l'emplacement du chœur d'une basilique antérieure et creusé de 11 <i>formae</i> (de « martyrs ») de dimensions égales, non datées, mais données comme préromanes.	Néant	[1,6]

Mausolée de Saint-Etienne	Coire, Suisse	1 ^{er} moitié du V ^e s.	Dans une 1 ^{ère} phase, la salle rectangulaire semi-hypogée de 4,56 x 7,15 m, richement décorée de peintures murales et de mosaïques, était voûtée en berceau et accueillait 10 <i>formae</i> creusées dans le sol. Les cellules sépulcrales étaient de plan rectangulaire.	Les cellules sépulcrales accueilleraient pour la plupart un seul individu. Le mausolée et ses <i>formae</i> étaient destinés à accueillir les premiers évêques de Coire.	[1]
Mausolée B de Saint-Laurent	Grenoble, France	Dernier quart du IV ^e s.-milieu du V ^e s.	Mausolée de plan complexe accueillant des <i>formae</i> dans la salle principale : 2 voire 4 larges cuves maçonnées juxtaposées, de plan rectangulaire (2,08x1,45 m pour une profondeur de 0,81 m). La cuve la mieux préservée est revêtue d'un enduit de tuileau. Le couvercle devait être assuré par de larges dalles de pierre et peut-être de mosaïque pour l'une.	Les cuves contenaient au moins 2 individus déposés dans un cercueil de bois (à ferrure pour l'un) et disposés tête-bêche. La facture de ces tombes et le contexte architectural ont amené Colardelle à proposer l'hypothèse d'un sépulcre des premiers évêques de Grenoble	[1,7]
Eglise funéraire Saint-Laurent	Aoste, Italie	V ^e s.	Au sein de l'église, le <i>presbyterium</i> et le podium quadrangulaire qui le prolongeait à l'ouest étaient occupés par une série de <i>formae</i> organisées de manière symétrique ; ces dernières auraient été disposées autour de cavités de petites dimensions interprétées comme des reliquaires. Les tombes étaient recouvertes par leurs dalles de calcaire, vraisemblablement inscrites et parfois ornées de reliefs	Néant ; les <i>formae</i> auraient servi de sépultures aux premiers évêques d'Aoste mais également à leurs familles.	[1,8]
Abbaye de Nivelles	Nivelles, Belgique	Milieu du VII ^e s.	Les fouilles révélèrent plusieurs édifices successifs dont l'identification est encore incertaine ; lors de la 2 ^e phase un probable bâtiment civil dont la fonction est inconnue est transformé en l'église funéraire de l'abbaye et des caveaux (plusieurs <i>formae</i> triples) sont construits. Si la contemporanéité entre les différentes « grappes » de <i>formae</i> , les unes avec les autres, ainsi qu'avec l'édifice funéraire est incertaine, il s'agit probablement de tombes préconstruites selon un modèle identique	Néant ; ces tombes pourraient avoir été destinées à accueillir des membres de la communauté des moniales et/ou des personnages importants.	[1,9]
Monastère de Saint-Mont	Saint-Etienne lès Remiremont/Saint-Amé, France	Début du VII ^e s.	Site de hauteur ; monastère double de moniales et de moines dont la fouille a permis la mise au jour d'un ensemble de petites chapelles. Les révisions de fouilles engagées sur l'une, la chapelle Sainte-Claire, ont révélé qu'elle succède à un édifice qui mesurait près de 24 x 8 m dans sa 1 ^{ère} phase. Cet enclos, ou plus probablement cette basilique funéraire, de plan quadrangulaire, accueillait une série de 62 tombes maçonnées en <i>formae</i> disposées sur 11 lignes selon une organisation qui n'est pas sans rappeler celle de l'abbaye de Nivelles. Elles s'organisent par rangées de longueurs variables de 1,70 m en moyenne par 0,50 m de largeur pour une profondeur conservée de 0,35 m ; l'état de conservation des vestiges ne permet pas de connaître le mode de couverture (probables dalles) et leur marquage dans l'espace. Ces tombes juxtaposées sont contemporaines des maçonneries qui les enclosent ou à peine postérieures ; de	La totalité des tombes a été curée selon une chronologie difficile à déterminer et les ossements déposés dans un ossuaire lui-même perturbé. L'étude anthropologique préliminaire a permis de déterminer la présence d'au moins 181 individus dont 118 adultes, 36 immatures et 27 périnataux ; malgré l'importante fragmentation du matériel la présence d'hommes (NMI = 2) et de femmes (NMI = 6) a pu être attestée.	[1,10]

				plan trapézoïdal et suivant le même module, elles sont formées par un réseau de murets orthogonaux monté en moellons de granit de petit module noyés dans un mortier de chaux lié par de la tuile pilée identique à celui qui tapisse le fond. Le fond des structures, isolé du rocher par une couche de pierraille (sorte de radier) possédait, pour la plupart, une perforation centrale ayant pour fonction l'évacuation des jus de décomposition.				
Monastère de Saint-Maurice d'Agaune	Agaune, Suisse	Antiquité tardive ? VII ^e s. ?		Diverses campagnes de fouilles ont permis de découvrir plusieurs ensembles de <i>formae</i> au sein du complexe funéraire de l'antiquité tardive intégré dans le monastère fondé en 515 ; en particulier il s'agit de tombes présentes dans le grand couloir voûté du VII ^e s. qui longe l'église funéraire au sud et d'un 2 nd ensemble d'une douzaine de <i>formae</i> récemment mis au jour dans des « annexes » nord du baptistère.	Néant	[2]		
Abbaye de Saint Claude	Saint Claude France	XI ^e s.		A l'extérieur d'un grand couloir ont été mises au jour 8 tombes maçonnées identifiées comme <i>formae</i> , disposées en file ; l'étude archéologique a démontré que ces cuves funéraires ont été construites à l'avance, simultanément à l'édification de la grande galerie, dont des engravures formées par un retrait d'assise dans le parement externe accueillait les dalles de couverture des tombes. De plan rectangulaire ou légèrement ovoïde, parfois dotées d'une loge cephalique, les cuves étaient séparées par des sortes de dés maçonnés formant des marques de surface. Au vu de la longueur de la galerie on restitué une enfilade jointive d'une quarantaine de tombes maçonnées.	Néant ; ces tombes seraient celles d'abbés, d'officiers du monastère et/ou de grands laïcs.	[2]		
Cathédrale de l'an Mil	Lausanne Suisse	Epoque romane		Des <i>formae</i> romanes sont mentionnées dans le porche de la cathédrale ; la fouille a mis en lumière une grande plateforme maçonnée, en probable relation avec une tour surmontant le porche, qui accueillait 5 tombes maçonnées juxtaposées et un petit caveau voûté servant d'ossuaire.	Néant ; on suppose que ces tombes étaient celles d'évêques de Lausanne.	[2]		
Cimetière du monastère Saint Sauveur	Bescia, Italie	Epoque carolingienne		Le cas du cimetière sud du monastère Saint-Sauveur est à part puisqu'il s'agirait de l'un des seuls exemples de tombes que l'on peut qualifier de <i>formae</i> se trouvant à l'extérieur, sans relation organique avec un édifice. Les tombes carolingiennes, monastiques, d'une facture extrêmement soignée (présence d'enduit et de décor peints), s'y retrouvent par grappes de 4 à 6, avec des orientations différentes.	Néant	[2]		
Cimetière de l'église Saint Martin	Luxueil, France	Epoque mérovingienne		Des sarcophages mérovingiens ont été installés simultanément par grappes de 3 ou 4 dans une seule fosse ; ces derniers présentent une des caractéristiques des <i>formae</i> : sépultures installées non pas au cas par cas en fonction d'un décès mais préparées à l'avance.	Néant ; sépultures des moines	[2]		

Bibliographie

1. Billoin D, Gandel P (2018) L'établissement fortifié de hauteur alto-médiéval de Château-sur-Salins (Salins-les-Bains, Jura). In Kasprzyk M, Monteil M (dir), Agglomérations, vici et castra du Nord de la Gaule entre Antiquité tardive et début du haut Moyen Age. *Gallia*, 74 (1): 261-72
2. Bully S (2014) Un dispositif funéraire spécifique : les formae. État de la question et nouvelles découvertes. *Hortus Artium Medievalium: J Int Res Cent for Late Antiquity and Middle Ages*, Brepols, 20 (2):480-88
3. Duday H (1990) Observations ostéologiques et décomposition du cadavre : sépulture colmatée ou espace vide. *Rev Archéol du Cent de la Fr*, 29 :193-96
4. Duday H (2005) L'archéothanatologie ou l'archéologie de la mort. In Dutour O, Hublin JJ et al, Introduction à la Paléoanthropologie, CTHS, Paris, pp 153-216
5. Duday H, Courtaud P, Crubézy E et al (1990) L'anthropologie de « terrain » : reconnaissance et interprétation des gestes funéraires. *Bull Mem Soc Anthropol Paris*, 2 (3-4):29-50
6. Villena Mota N, Duday H, Houët F (1996) De la fiabilité des liaisons ostéologiques. *Bull Mem Soc Anthropol Paris*, 8 (3-4): 373-84
7. Murail P, Bruzek J, Houët F et al (2005) DSP : un outil de diagnose sexuelle probabiliste à partir des données métriques de l'os coxal. *Bull Mem Soc Anthropol Paris* 17 (3-4):167-76
8. Bruzek J (2002) A Method For Visual Determination of Sex, Using the Human Hip Bone. *Am J Phys Anthropol* 117:157-68
9. Ubelaker DH (1999) Human skeletal remains, Excavation, analysis, interpretation, Third Edition, ed. Taraxacum, 172 p
10. Smith BH (1991) Standards of human tooth formation and dental age assessment. In Kelley MA, Larsen CS, *Advances in Dental Anthropology*, Ed. Wiley-Liss, pp 143-68
11. Scheuer L, Black S (2000) *Developmental Juvenile Osteology*, Elsevier Academic Press, San Diego, California, 587 p
12. Schmitt A (2005) Une nouvelle méthode pour estimer l'âge au décès des adultes à partir de la surface sacro-pelvienne iliaque. *Bull Mem Soc Anthropol Paris* 17 (1-2):103-14
13. 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
14. Poplin, F (1976) À propos du nombre de restes et du nombre d'individus dans les échantillons d'ossements. *Cah du Cent de Rech préhist* 5:61-74.
15. Sellier P (1995) Paléodémographie et archéologie funéraire : les cimetières de Mehrgarh, Pakistan. In Paléorient, 21(2):123-43
16. Chambon P, Sellier P (2014) NMI et recrutement dans les ensembles funéraires collectifs. *Bull Mem Soc Anthropol Paris* 26, S16
17. Perez E (2010) La place de l'enfant dans l'espace funéraire du haut Moyen Age (VIe-Xe siècle). *Cah d'Hist* 29:119-36
18. Perez E (2013) L'enfant au Miroir des Sépultures Médiévales (Gaule, VIe-XIIe siècle). Thèse de Doctorat, Université de Nice Sophia Antipolis, vol. 1, 1005 p
19. Perez E (2015) Les enfants dans le cimetière médiéval : vers une nouvelle organisation funéraire (VIe-XIIe siècle). In Treffort C, Le cimetière au village dans l'Europe médiévale et moderne, Actes des XXXV^e Journées internationales d'histoire de l'Abbaye de Flaran, 11 et 12 octobre 2013, Presses universitaires du midi, Toulouse, pp 173-191
20. Perez E (2016) Regroupés ou dispersés ? Evolution de la place des tout-petits dans les nécropoles et les cimetières du haut Moyen Age (Ve-XIe siècles) ». In Portat E, Detante M, Buquet-Marcon C et al, Rencontres autour de la mort des tout-petits, Mortalité Fœtale et infantile, Actes de la 2^e Rencontre du GAAF à Saint-Germain-en-Laye, 3-4 décembre 2009, pp 91-204
21. Buchet L, Séguy I (2002) La paléodémographie : bilan et perspective. *Ann Demogr Hist* 103 :161-212
22. Garcin V (2009) Bioarchéologie des Sujets Immatures de Quatre Nécropoles du Haut Moyen Age Européen : Méthodes d'Etude du Développement et des Interaction Biologie/Culture. Thèse de Doctorat, Université de Bordeaux 1, 439 p
23. Treffort C (1997) Archéologie funéraire de la petite enfance. Quelques remarques à propos du Haut Moyen Age. In La petite enfance dans l'Europe médiévale et moderne, Actes des XVI^e Journées Internationales d'Histoire de l'Abbaye de Flaran, Presses universitaires du Mirail, Toulouse, pp 93-107
24. Alexandre-Bidon D, Lett D (1998) Les Enfants au Moyen Age, V^e-XV^e siècles. Ed. Hachette Littératures, coll. La vie quotidienne, Paris, 280 p
25. Bonnabel L (1997) L'enfant et la mort au Moyen Âge : l'apport de la fouille de cimetière à travers quatre exemples de l'Aube aux Ardennes. In L'enfant et la mort. Journée d'études organisées par le Laboratoire d'Histoire et d'Archéologie antiques et médiévales de Reims, Presses universitaires de Reims, pp 15-50
26. Gleize Y (2006) Gestion de Corps, Gestion de Morts, Analyse Archéo-anthropologique de Réutilisation de tombes et de manipulation d'ossements en contexte Funéraire au début du Haut Moyen Age (Entre Loire et Garonne, Ve-VIIIe Siècle). Thèse de Doctorat, Université Bordeaux 1, 645 p
27. Blaizot F (1997) L'apport des méthodes de la paléo-anthropologie funéraire à l'interprétation des os en situation secondaire dans les nécropoles historiques, Problème relatifs au traitement et à l'interprétation des amas d'ossements. *Archeol Mediev*, 26 :1-22.
28. Ardagna Y, Vidal L (2012) Rouvrir, Réduire, Rallonger, Reconstituer. Fossoyage dans le cimetière médiéval de Saint-Jean de Todon (Laudun l'Ardoise, Gard). Rencontre autour du cadavre, Actes du Colloque de Marseille, BMVR, 15-17 décembre 2010, GAAF, pp 105-12
29. Colardelle M (1996) Terminologies descriptives des sépultures antiques et médiévales. In Archéologie du cimetière chrétien, Actes du 2^e colloque ARCHEA (Orléans 29 septembre-1^{er} octobre 1994), Tours, Fédération pour l'édition de la revue archéologique du Centre de la France (suppl *Rev archéol Cent Fr* 11), pp 305-10
30. Lauwers M (2010) Circuit, cimetière, paroisse, A propos de l'ancrage ecclésial des sites d'habitat (IXe-XIIIe siècle). In Yante JM, Bultot-Verleysen AM, Autour du « village », Etablissements humains, finage et communautés rurales entre Seine et Rhin (IVe-XIIIe siècle), Actes du colloque international de Louvain-la-Neuve, 16-17 mai 2003, Université catholique de Louvain, Louvain la Neuve, pp 301-24
31. Fossurier C (2011) Anthropologie et archéologie des sites funéraires carolingiens dans le Nord-ouest de la France, Une approche des populations des VIII^e-X^e siècles. Thèse de Doctorat, Université de Poitiers, 374 p
32. Séguy L, Tzortzis S (2008) Pratiques funéraires en lien avec les décès des nouveaux nés. *Socio-anthropol*, 22:75-92
33. Castex D, Duday H, Guillon M (1996) Mortalité périnatale/mortalité infantile : validité du rapport démographique et intérêt du rapport en paléontologie funéraires à propos de trois sites médiévaux. In Buchet L, L'identité des populations archéologiques, Actes des XVI^e rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes, Antibes 19-21 octobre 1995, pp 427-42
34. Buchet L, Séguy I (2002) La paléodémographie : bilan et perspective. *Ann Demogr Hist* 103 : pp 161-212
35. Guy H, Masset C, Baud CA (1997) Infant taphonomy. *Int J of Osteoarchaeol*, 7 (3):221-29
36. Gleize Y, Maurel L (2009) Les sépultures du Haut Moyen Age du Champ-des-Bosses à Saint-Xandre : Organisation et Recrutement Particulier de Tombes Dispersées. *Bull Mem Soc Anthropol Paris*, 21 : pp 59-77.

37. Blaizot F (2006) Ensembles funéraires isolés dans la moyenne vallée du Rhône. In Habitats, nécropoles et paysages dans la moyenne et la basse vallée du Rhône (VIIe-XVe s.), Contributions des travaux du TGV-Méditerranée à l'étude des sociétés rurales médiévales, Edition de la Maison des Sciences de l'Homme, Document d'Archéologie Française, 98, pp 281-405
38. Guy H, Masset C (1997) Particularités taphonomiques des os d'enfants. In Buchet L, L'enfant, son corps, son histoire, Actes des 7e journées archéologiques de Valbonne, APDCA, Antibes, pp 35-43
39. Buckberry L (2000) Presumed buried ? Bone Diagenesis and the Under-Representation of Anglo-Saxon Children. University of Sheffield Graduate Student Journal of Archaeology, online publication, 18 p
40. Treffort C (2004) L'interprétation historique des sépultures atypiques, Le cas du haut Moyen Age. In Baray L, Archéologie des pratiques funéraires : approches critiques, Actes de la table ronde de Bibracte, Centre archéologique européen (Glux-en-Glenne, 7-9 juin 2001), Glux-en-Glenne, pp 131-40
41. Seguy I, Buchet L (2011), *Manuel de paléodémographie*. Ed. Ined, Paris, 430 p

Paléopathologie dentaire et époque contemporaine : le cimetière des Crottes à Marseille, 1784–1905

Dental Palaeopathology in the Modern Context: the “Les Crottes” Cemetery in Marseille (South-Eastern France) 1784–1905

M. Perrin · Y. Ardagna · A. Richier · A. Schmitt

Received: 12 April 2018; Accepted: 25 September 2018
© Société d'Anthropologie de Paris et Lavoisier SAS 2018

Résumé En France, les périodes moderne et contemporaine constituent un champ d'étude récent en anthropologie biologique, et les référentiels ostéoarchéologiques restent peu représentés. En 2013 et 2014, la fouille du cimetière des Crottes (1784–1905) à Marseille a permis la constitution d'un corpus inédit. Il offre l'opportunité de caractériser l'état sanitaire d'une population soumise à de nombreux changements caractéristiques de la révolution industrielle. Il s'agit de renseigner les conséquences sanitaires des mutations socio-économiques du XIX^e siècle, à partir de données archéologiques et par le biais de l'examen des pathologies bucco-dentaires. L'usure, les pertes *antemortem*, les caries et les hypoplasies de l'émail ont été observées sur les 229 individus dont les éléments dentaires sont préservés. Les résultats révèlent des prévalences très élevées des pertes *antemortem* et des caries, liées à une faible usure, dans un contexte d'importants changements alimentaires, d'un manque d'hygiène et d'un accès aux soins certainement limité. De plus, la forte fréquence des hypoplasies de l'émail dentaire suggère l'omniprésence de stress carenciels subis pendant l'enfance. Enfin, l'analyse diachronique, au travers des phases d'inhumation précisément datées, montre une augmentation progressive des caries et des hypoplasies tout au long de la période. La confrontation des données biologiques, archéologiques et historiques révèle une situation encore précaire, malgré les progrès dans le domaine médical et scientifique et les prémices des mesures hygiénistes.

Keywords Oral health status · 19th century · Caries · Enamel hypoplasia · *Antemortem* tooth loss

Abstract In France, modern periods have only recently been included in biological anthropology and few osteoarchaeological collections are available for research. Following the excavations of the cemetery of Les Crottes (Marseille), in 2013 and 2014, an extensive collection was assembled, providing an opportunity to characterise the health status of a population that experienced significant changes driven by the industrial revolution. Our study attempts to identify the health consequences of the profound socioeconomic changes of the 19th century, from osteological data and primarily from analyses of dental pathologies. Dental wear, *antemortem* tooth loss, caries and enamel hypoplasia were recorded in the 229 individuals whose dental remains were preserved. The results reveal a high prevalence of *antemortem* tooth loss and caries, with limited dental wear, in a context of significant dietary changes, poor oral hygiene and limited access to dental care. Moreover, the high frequency of enamel hypoplasia suggests that deficiencies were common during childhood. Finally, the diachronic analyses performed for the accurately dated inhumation phases show a progressive increase in the different pathologies over the period studied. The combination of biological, archaeological and historical data show a precarious health status despite medical and scientific progress and the first steps towards public health measures.

M. Perrin (✉) · Y. Ardagna · A. Richier · A. Schmitt
CNRS, EFS, ADES, Aix-Marseille Université,
bât. A, bld Pierre-Dramard,
F-13344 Marseille, France
e-mail : mariexuanperrin@yahoo.fr

A. Richier
Inrap, plateforme logistique d'Arenc,
bât. C, 14 rue d'Anthoine,
F-13002 Marseille, France

Mots clés État sanitaire buccodentaire · XIX^e siècle · Caries · Hypoplasies de l'émail dentaire · Perte *antemortem*

Introduction

En France, les périodes moderne et contemporaine constituent un champ d'étude récent en archéologie et encore peu

investi par l'anthropologie biologique. Depuis une dizaine d'années et notamment grâce aux apports de l'archéologie préventive, ces temps « plus récents que l'ancien » sont de plus en plus explorés, et la recherche fait preuve d'un dynamisme nouveau [1]. Pourtant, les référentiels ostéoarchéologiques contemporains restent peu représentés. Récemment à Marseille, le site de l'ancien cimetière des Crottes a fait l'objet d'une opération archéologique au cours de laquelle ont été mis au jour 588 sépultures primaires en cercueil et 214 ossuaires [2].

Le cimetière des Crottes s'installe en 1784 dans ce qui constitue encore la campagne périphérique de la ville. Il accueille initialement ceux qui œuvrent au sein des bastides et des domaines alentour, souvent dans les travaux agricoles et de services. Au XIX^e siècle, il est absorbé par l'expansion urbaine, caractéristique de la révolution industrielle. Le hameau devient un quartier industriel où se multiplient usines, manufactures, huileries et savonneries, à proximité des nouveaux ports aménagés sur le littoral. Le cimetière accueillerait alors en majorité une population de travailleurs modestes. Après trois agrandissements successifs en réponse à la pression démographique, le cimetière sera fermé en 1905. L'étude stratigraphique et des pratiques funéraires a permis de définir quatre phases chronologiques. Ces dernières ont été calées chronologiquement par les agrandissements renseignés dans les archives et appréhendés lors de la fouille. Les deux premières phases se distinguent par une gestion funéraire de type Ancien Régime, caractérisée par une forte densité d'inhumations et de nombreux recouvrements et superpositions de structures. Les deux phases suivantes voient de manière générale une meilleure organisation de l'espace sépulcral et la mise en place de la plupart des ossuaires. La colonisation des nouveaux espaces, acquis à la suite des agrandissements, est concomitante au réinvestissement des anciens enclos, engendrant davantage de recouvrements. Enfin, après l'abandon du cimetière, une grande partie des terres cimetiérales a été curée, occasionnant le transfert de plus de la moitié des ossements [2].

Pendant plus d'un siècle d'utilisation du cimetière, le quartier connaît d'importantes transformations liées à l'industrialisation de la ville qui débute dès les années 1830 [2,3]. Au-delà des activités économiques, le XIX^e siècle constitue une période majeure de mutations qui vont changer la structure même de la société : fin de l'Ancien Régime, création de nouvelles classes sociales et progrès dans les domaines technique, scientifique et médical. C'est à ce moment que la population européenne initie sa transition sanitaire [4].

L'étude de cette population s'attachera à identifier et à renseigner les conséquences sanitaires des mutations socio-économiques engendrées par la révolution industrielle, problématiques encore marginales au sein des études bioarchéologiques. Il s'agira d'une première caractérisation des con-

ditions sanitaires pour la période du XIX^e siècle en France, à partir de données archéologiques et par le biais de l'examen des pathologies buccodentaires. Ce dernier apporte de précieuses informations sur les modes de vie, telles que les habitudes alimentaires, l'accès au soin, l'hygiène et le stress car-entiel. En cela, elles peuvent être fortement corrélées au niveau socio-économique des individus et des populations.

Matériel

La gestion funéraire et le curage du cimetière expliquent que seuls 532 sujets ont été découverts au sein des sépultures primaires [2]. De plus, la représentation osseuse des squelettes a été gravement impactée par les nombreux recouvrements, réductions et ossuaires, mais également par le curage du cimetière. Seuls les 229 individus possédant des dents et/ou au moins une arcade dentaire ont été sélectionnés et ont livré 4 837 dents et/ou alvéoles dentaires. Les individus sont répartis de manière inégale entre les différentes phases : la majorité appartient à la phase 3, bien qu'il s'agisse de la plus courte (Tableau 1). Le découpage par phases chronologiques permet de suivre l'évolution des marqueurs sélectionnés de 1784 à 1905.

L'échantillon total se compose de 164 adultes qui comptabilisent 76 % des dents ou éléments dentaires préservés et de 65 immatures. On compte 58 femmes et 51 hommes, et la répartition par âge est indiquée sur la figure 1.

Méthode

La détermination de l'âge au décès des immatures s'appuie d'abord sur la calcification et l'éruption dentaire [5–7], puis sur les longueurs diaphysaires pour les fœtus, les périnataux [8], les nourrissons et les enfants [9] et sur la maturation osseuse pour les subadultes [10]. Les adultes ont été répartis en classes d'âge décennales grâce aux méthodes fondées sur les surfaces auriculaires [11,12] et les symphyses pubiennes [13]. La détermination du sexe des adultes, voire de certains adolescents s'appuie d'abord sur les méthodes primaires fondées sur l'os coxal [14,15], puis sur la mise en place d'une diagnose sexuelle secondaire [16].

Tableau 1 Nombre d'individus en fonction des phases d'inhumation / *Number of individuals per inhumation phase*

Phases	Dates	n
1	1784–1837	26
2	1837–1852	36
3	1852–1866	134
4	1866–1905	33

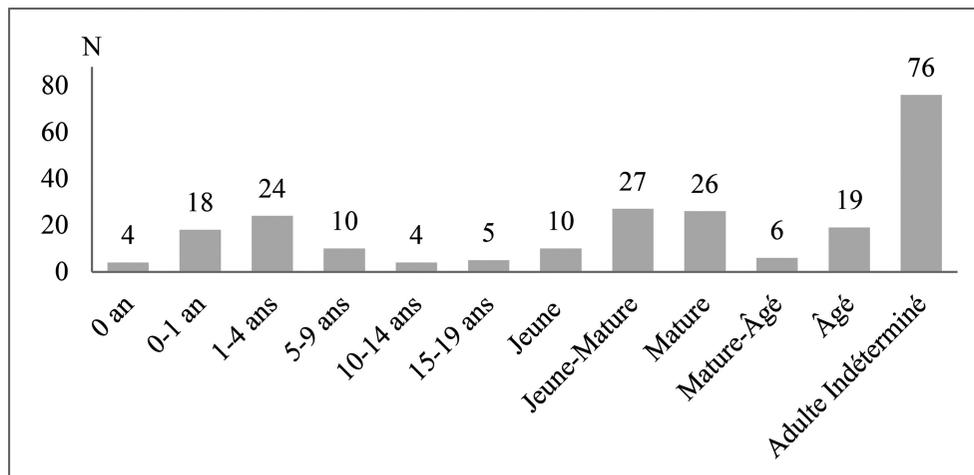


Fig. 1 Répartition des individus selon les classes d'âge / *Distribution of individuals by age categories*

L'étude des pathologies buccodentaires est considérée comme un bon moyen d'analyser le statut sanitaire des populations du passé. Dans cette étude, elle se fonde sur quatre critères : l'usure dentaire, les dents perdues antemortem, les lésions carieuses et les hypoplasies de l'émail dentaire¹, enregistrés en accord avec les méthodes classiquement utilisées en anthropologie biologique [17].

L'usure dentaire occlusale a été cotée selon huit stades de sévérité [18]. Elle est utilisée, d'une part, afin de contrôler l'observabilité des différents marqueurs sélectionnés et, d'autre part, pour appréhender son lien avec certaines pathologies, notamment, les caries [19].

La perte d'une dent antemortem (AMTL) peut être d'origine pathologique (carie, parodontose, traumatisme), mécanique (usure importante), curative ou culturelle [20–22]. La qualité de l'hygiène buccodentaire et l'accès aux soins sont des facteurs essentiels.

Les caries dentaires se caractérisent par une déminéralisation de l'émail ou du cément dentaire par les acides organiques produits par la fermentation des bactéries issues de la plaque dentaire [20]. Pour chaque dent, la présence de caries a été enregistrée selon son type, sa localisation et sa sévérité (Tableau 2). Le calcul de la prévalence des dents cariées est d'abord exprimé de manière brute, puis cette prévalence est calibrée [23] afin de tenir compte de la proportion de chaque type de dents ainsi que des pertes postmortem. Une seconde correction est appliquée afin de considérer l'ensemble des dents perdues antemortem ; ces dernières pouvant correspondre au dernier stade d'une lésion carieuse [19,21,22,24].

Enfin, les hypoplasies de l'émail dentaire sont des défauts de calcification de l'émail de la couronne, survenus lors de la

¹ Les autres paramètres observés tels que la maladie parodontale, le tartre et les lésions apicales seront traités dans le cadre de travaux de doctorat.

Tableau 2 Système de cotation des caries dentaires appliqué pour chaque carie observée sur les dents fonctionnelles, permanentes ou déciduales / *System used to record all dental caries on functional permanent or deciduous teeth*

Caries		
Type	Selon le site initial d'attaque	<ul style="list-style-type: none"> • Couronne • Collet • Racine • Gross^a
Localisation	Selon la phase atteinte	<ul style="list-style-type: none"> • Occlusale • Interproximale • Mésiale • Gross • Vestibulaire
Sévérité	Selon la taille de la perforation	1 = Quelques millimètres de diamètre 2 = Moins de 1/4 de la couronne 3 = Entre 1/4 et les 3/4 de la couronne 4 = Destruction de plus des 3/4 de la couronne

^a Ce terme est utilisé lorsque l'ampleur de la carie empêche de déterminer le site initial d'attaque [19,20,41]

formation de la dent [20]. Chaque défaut correspondrait à un épisode de stress. Après dénombrement des hypoplasies, nous avons renseigné leur type [25], leur sévérité [22] ainsi que leur localisation sur la hauteur de la couronne [22] (Tableau 3).

Pour chaque critère, les prévalences par dent et les fréquences par individu ont été calculées. Afin de faciliter le traitement et la lecture des données, les côtés droit et gauche

ont été systématiquement regroupés dans les comptages par dent. Les analyses statistiques (test d'indépendance du Chi² ou test exact de Fisher et test du Chi² de tendance de Cochran-Armitage) ont été réalisées sous R via l'interface graphique R Commander, avec un seuil de significativité fixé à 5 %.

Résultats

Usure dentaire

L'usure dentaire est très fréquente, puisqu'elle touche plus de 80 % de la denture permanente (Tableau 4). Sur les dents

Tableau 3 Système de cotation des hypoplasies de l'émail dentaire, appliqué pour chaque hypoplasie observée sur les dents permanentes ou déciduales, fonctionnelles, incluses ou à l'état de germe / System used to record all dental enamel hypoplasia on permanent and deciduous functional and impacted teeth and tooth germs		
Hypoplasies		
Type	Selon la forme	<ul style="list-style-type: none"> • Linéaire ou LEH (<i>Linear Enamel Hypoplasia</i>) • En fosse • <i>Plane</i> • <i>Cuspal</i> [25]
Sévérité (LEH seulement)	Selon l'ampleur	<ul style="list-style-type: none"> • Face vestibulaire • Face linguale • Face mésiale • Face distale • Périmètre complet
	Selon la profondeur	<ul style="list-style-type: none"> • Stade 1 : faible • Stade 2 : marquée • Stade 3 : très marquée • Stade 4 : formation d'un bourrelet [22]
Âge d'apparition (LEH seulement)	Selon la localisation sur la couronne	<ul style="list-style-type: none"> • Tiers occlusal • Tiers intermédiaire • Tiers cervical

lactéales, la prévalence est moindre, mais une dent sur deux est usée. Toutefois, l'usure apparaît très faible, quel que soit le type de dent considéré : en moyenne, elle équivaut à 2,6. Sur les dents lactéales, on ne compte aucun cas d'usure extrême ayant entraîné la destruction de la majorité de la couronne (stades 7 et 8). Si l'usure est plus forte sur les dents permanentes, elle reste peu développée : le stade 2, où les cuspidés sont simplement émoussés, est le plus représenté.

Pertes *antemortem*

Une seule dent lactéale a été perdue *antemortem* sur la denture d'un enfant âgé entre cinq et neuf ans. En revanche, on compte 29,2 % de dents permanentes perdues *antemortem*. Sur les dentures des sujets immatures, seules trois dents ont été perdues, ce qui équivaut à 1,3 % (Tableau 5). Une réelle différence apparaît alors avec les dentures des sujets adultes, où 30 % des dents ont été perdues ($p < 0,001$). Cela concerne surtout les dents jugales sur le maxillaire ($p < 0,001$), comme sur la mandibule ($p < 0,001$) (Tableau 6) et en particulier les molaires (40,1 % ; $p < 0,001$). À l'inverse, les canines montrent le taux le plus faible, entre 15 et 18 %.

Plus de 70 % des individus ont perdu au moins une dent *antemortem* (Annexe A). Parmi ceux-ci, on ne compte qu'un seul sujet immature, et cette différence selon la maturation des sujets est significative ($p < 0,001$). Le découpage par classes d'âge révèle que si les pertes *antemortem* apparaissent à partir de l'adolescence de manière anecdotique, les fréquences augmentent progressivement avec l'âge, jusqu'à atteindre près de 90 % chez les plus âgés. Enfin, parmi les individus présentant au moins huit localisations observables, 27 sujets (21 %) sont presque ou entièrement édentés (ayant perdu 75 à 100 % de leurs dents, Annexe B). Ces individus se retrouvent dans des proportions élevées dans la classe des jeunes matures (près de 7 %) et augmentent progressivement avec l'âge, jusqu'à plus de 35 % chez les plus âgés.

Caries

Les lésions carieuses ont été reconnues sur 23,2 % des dents permanentes contre 11,2 % des dents lactéales ($p < 0,001$) (Tableau 7). Les dents permanentes et lactéales seront

Tableau 4 Répartition des degrés de sévérité de l'usure (%) sur l'ensemble des dents définitives et lactéales ($n = 2\,708$) / Distribution of occlusal surface wear stages (%) on permanent and deciduous teeth ($N = 2,708$)

Dents	n	Stades d'usure dentaire [18]							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Définitives	2 277	17,5	39,0	19,6	10,7	6,7	5,1	1,3	0,2
Lactéales	431	49,7	33,6	12,5	2,6	1,4	0,2	0	0
Total	2 708	22,6	38,1	18,5	9,4	5,8	4,3	1,1	0,2

traitées séparément dans le comptage par dent, puis regroupées dans le décompte par individu.

Concernant les dents permanentes, la première correction appliquée [23] indique un résultat tout à fait similaire à la prévalence brute (Tableau 7). Elle est à considérer comme un taux minimal d'atteintes carieuses. Avec la seconde correction, la prévalence atteint près de 48 %. Elle est à considérer comme une prévalence maximale : la maladie carieuse est un des facteurs importants des pertes antemortem, mais pas l'unique. Les taux bruts et corrigés fluctuent peu pour les dents permanentes des immatures. En revanche, il existe une forte variation pour les dents des adultes, en raison de la très forte proportion de dents perdues antemortem (Tableau 7).

Sur chacun des cadrans, les prévalences des dents cariées sont toujours plus fortes sur les dents jugales (pour le max-

illaire : $p = 0,002$, pour la mandibule : $p < 0,001$), et ce sont les molaires qui affichent les taux d'atteintes les plus élevés : entre 33 et 46 % ($p < 0,001$). En revanche, les taux sont plus faibles pour les incisives inférieures : moins de 10 % de dents cariées.

Un quart des dents atteintes présentent plus d'une lésion, et on compte jusqu'à cinq, voire six caries sur une même dent : cela concerne exclusivement les molaires mandibulaires. De manière générale, les molaires constituent, à la fois, le type de dent le plus fréquemment atteint et où les atteintes sont les plus nombreuses (Tableau 8). Les atteintes multiples touchent plus particulièrement les dents appartenant aux adultes : la moyenne de caries par dent équivaut à 1,39 pour les dents appartenant à des adultes, contre 1,18 pour les dents des immatures.

Le site initial d'attaque se situe majoritairement au niveau des couronnes dentaires (71 %), particulièrement sur les faces occlusales et interproximales. Ce sont généralement des caries peu sévères ayant entraîné de simples perforations dans la majorité des cas ou une petite cavité, toujours inférieure au quart de la couronne (stades 1 et 2). Ces stades représentent près des trois quarts des caries renseignées. Ces lésions peu sévères se développent plus volontiers sur

Tableau 5 Fréquence relative des dents perdues *antemortem* (AMTL) / *Relative frequency of antemortem tooth loss (AMTL)*

	Adulte	Immature	Total général
<i>n</i>	3 661	226	3 887
% AMTL	30,9	1,3	29,2

Tableau 6 Fréquence relative des dents perdues *antemortem* selon le type et la catégorie de dent (AMTL : pertes *antemortem*) / *Relative frequency of antemortem tooth loss according to tooth type and category (AMTL: antemortem tooth loss)*

Maxillaire											
	Total	Labiales	Jugales	I1	I2	C	P3	P4	M1	M2	M3
<i>n</i>	1 659	688	971	234	227	227	228	211	218	185	129
% AMTL	28,6	23,7	32,1	25,2	27,8	18,1	31,1	31,8	38,1	26,5	32,6
Mandibule											
	Total	Labiales	Jugales	I1	I2	C	P3	P4	M1	M2	M3
<i>n</i>	2 228	852	1 376	279	284	289	287	281	302	292	214
% AMTL	29,7	18,2	36,8	22,2	18,0	14,5	21,3	29,2	46,7	40,4	48,6

Tableau 7 Prévalences brutes et calibrées des dents permanentes cariées (ag : agénésies) / *Crude and calibrated prevalence of dental caries in permanent teeth (ag: agenesis)*

		Calibration 1 [23]			Calibration 2	
		<i>n</i> dents	Prévalence brute	Prévalence corrigée 1	<i>n</i> dents + ag + AMTL	Prévalence corrigée 2
Total	Labiales	968	14,8	5,6	1 295	13,4
	Jugales	1 94	29,1	18,2	2 223	34,4
Adultes	Total	2 362	23,2	23,7	3 518	47,8
	Labiales	884	15,2	5,7	1 211	14
	Jugales	1 275	29,4	18,4	1 276	58,3
Immatures	Total	2 159	23,6	24,1	2 487	72,3
	Labiales	84	11,9	4,5	84	4,5
	Jugales	119	25,2	15,8	122	16,9
	Total	203	19,7	20,2	206	21,4

Tableau 8 Prévalences des caries par catégorie de dent permanente et moyenne de caries par dent atteinte / *Prevalence of caries by permanent tooth category and average number of caries per affected tooth*

Maxillaire									
	Total	I1	I2	C	P3	P4	M1	M2	M3
<i>n</i>	1 007	126	123	159	134	130	129	127	79
% dents cariées	26,9	22,2	22,8	20,1	20,1	17,7	33,3	45,7	40,5
Moyenne caries/dent atteinte	1,30	1,04	1,07	1,06	1,19	1,09	1,56	1,59	1,28
Mandibule									
	Total	I1	I2	C	P3	P4	M1	M2	M3
<i>n</i>	1 355	166	182	212	199	183	155	158	100
% dents cariées	20,5	5,4	9,3	14,2	14,1	12,0	45,8	38,6	40,0
Moyenne caries/dent atteinte	1,46	1,33	1,24	1,07	1,07	1,14	1,89	1,51	1,50

Tableau 9 Prévalences brute et corrigée des dents lactéales cariées / *Crude and calibrated prevalence of dental caries on deciduous teeth*

	<i>n</i> dents	Prévalence brute	Calibration 1 [22]
Labiales	238	8,8	5,3
Jugales	187	14,4	5,8
Total	425	11,3	11,1

les dents atteintes de multiples caries. Les caries les plus sévères, ayant occasionné la destruction la quasi-totalité de la couronne (stade 4), sont plutôt rares (11 %).

Concernant les dents lactéales, le taux brut de dents cariées est tout à fait similaire à celui corrigé (Tableau 9). Les taux de caries restent assez forts, quelle que soit la catégorie de dent concernée. Les dents jugales inférieures sont les plus atteintes par les lésions carieuses : 16,7 à 18,2 %. Pourtant, aucune différence significative entre dents jugales et labiales n'a pu être mise en avant pour la mandibule ($p = 0,09$) comme pour le maxillaire ($p = 0,4$). Les incisives centrales présentent un fort taux de caries, autour de 10 %, malgré leur temps moyen plus court passé sur arcade et leur morphologie.

Le nombre maximal de caries par dent n'excède jamais deux, et les atteintes doubles se retrouvent sur 23 % des dents lactéales cariées. Le nombre moyen de caries par dent reste faible et diffère peu selon la position antérieure ou postérieure de la dent sur l'arcade (Tableau 10). La moyenne la plus élevée se retrouve sur les dents labiales du maxillaire, où l'on compte 30 % d'atteintes doubles, contre près de 20 % en moyenne pour le reste des types de dent. Il est surprenant de constater que les atteintes multiples se trouvent majoritairement sur des dents qui habituellement sont peu atteintes par les caries. Notons enfin que les effectifs de dents lésées sont assez faibles, compris entre 11 et 28 dents par type.

Les caries se sont développées exclusivement sur les couronnes et, dans 75 % des cas, au niveau des faces interproximales. Elles évoluent rarement vers un stade ultime (stade 4) entraînant la destruction de plus des trois quarts de la couronne. Pourtant, le stade précédent (stade 3), qui correspond à une phase assez avancée de la maladie, est plutôt courant (22 % des caries).

En mêlant les dents lactéales et permanentes, il est possible d'intégrer l'ensemble de la population immature et adulte au sein d'une même analyse. Plus de 70 % de la population

Tableau 10 Prévalence des caries par catégorie de dent lactéale et moyenne de caries par dent atteinte / *Prevalence of caries by deciduous tooth categories and average number of caries per affected tooth*

Maxillaire						
	Total	I1	I2	C	M1	M2
<i>n</i>	214	46	40	38	48	42
% dents cariées	9,3	8,7	7,5	7,9	6,3	16,7
Moyenne de caries/dent atteinte	1,25	1,25	1,00	1,67	1,00	1,29
Mandibule						
	Total	i1	i2	c	m1	m2
<i>n</i>	211	34	42	38	55	42
% dents cariées	13,3	11,8	4,8	13,2	18,2	16,7
Moyenne de caries/dent atteinte	1,20	1,50	1,00	1,00	1,20	1,29

présente au moins une dent cariée (Annexe C). Il existe une différence entre les sujets adultes et immatures ($p < 0,001$) : la grande majorité des adultes est atteinte, contre 42,3 % des moins de 20 ans. La césure s'opère en fait à partir de la classe des cinq-neuf ans ($p < 0,001$). On compte moins de 20 % d'individus cariés avant l'âge de cinq ans, tandis qu'au-delà ces sujets deviennent nettement prédominants. Enfin, on note une nette progression de la maladie carieuse avec le temps. Les proportions d'individus atteints ne cessent d'augmenter dans les diverses phases d'inhumation : 57 % à la fin du XVIII^e siècle et au début du XIX^e siècle contre plus de 82 % à la fin du XIX^e et au début du XX^e siècle. Pourtant, le test de tendance de Cochran-Armitage n'a pas permis de confirmer cette tendance ($p = 0,084$).

Hypoplasies

Aucune dent lactéale ne présente d'hypoplasie de l'émail dentaire. À l'inverse, la fréquence des hypoplasies sur les dentures permanentes est assez élevée, puisqu'elles touchent près de 40 % des dents (Tableau 11). On note une différence entre les dents des adultes et celles des immatures, ces dernières étant deux fois moins touchées ($p < 0,001$). De plus, des distinctions apparaissent en fonction du type de dent (Tableau 12). Les prévalences sont plus fortes sur les dents antérieures (pour le maxillaire : $p < 0,001$, pour la mandibule : $p < 0,001$) et en particulier sur les canines : entre 67 et 77 % d'entre elles sont atteintes d'au moins un défaut de calcification. Enfin, les molaires sont clairement les moins concernées : entre 1 et 21 %.

Tableau 11 Prévalence des hypoplasies de l'émail dentaire sur les dents permanentes / *Prevalence of enamel hypoplasias on permanent teeth*

	Adulte	Immature	Total général
<i>n</i>	1 952	366	2 318
% hypoplasie	42,0	24,3	39,2

Plus de 58 % des dents ont enregistré plus d'un épisode de stress, et l'on compte jusqu'à cinq hypoplasies sur 14 dents. Les canines et les incisives, qui étaient déjà préférentiellement atteintes, exposent les moyennes d'hypoplasies par dent les plus élevées (Tableau 12).

Presque toutes les hypoplasies observées sont de type linéaire (98,8 %). Parmi celles-ci, l'épisode de stress a marqué la face vestibulaire de la dent dans 42 % des cas, et dans 57 % des cas, le stress est assez prononcé pour marquer la périphérie complète de la dent. La profondeur des LEH est généralement faible à marquée. Le stade 2 est le plus courant et représente près de 45 % des atteintes. Les stades les plus sévères (3 et 4) concernent 15 % des défauts, et la formation d'un boulet (stade 4) s'observe sur 29 dents appartenant à des adultes uniquement. Il se retrouve particulièrement sur les dents antérieures du maxillaire.

Les individus ayant été soumis à un épisode de stress sont nettement majoritaires, et les adultes sont particulièrement concernés : plus de 80 % sont atteints, contre 37 % chez les immatures ($p < 0,001$). Un net effet de l'âge est mis en évidence : à partir de la classe des cinq-neuf ans, les individus soumis à un épisode de stress deviennent rapidement majoritaires (70 %), puis nettement prédominants, avec des fréquences autour de 90 % à partir des adultes jeunes-matures (Fig. 2). Cette différence entre les plus et moins de cinq ans est significative ($p < 0,001$). Enfin, les résultats par phase d'inhumation indiquent clairement que la fréquence des individus soumis au stress pendant l'enfance augmente nettement et progressivement entre les phases 1 et 4, tendance confirmée par le test de tendance de Cochran-Armitage ($p = 0,006$). Le stress durant l'enfance est alors de plus en plus fréquent au cours du XIX^e siècle.

Les hypoplasies se situent rarement sur le tiers occlusal : les épisodes de stress surviennent rarement au début de la formation dentaire. Les deux tiers suivants se partagent de manière plutôt équitable le reste des hypoplasies : respectivement 49 % pour le tiers intermédiaire et 42 % pour le tiers cervical. Ces tendances s'observent sur presque toutes les

Tableau 12 Prévalence des hypoplasies de l'émail dentaire et moyenne du nombre d'épisodes de stress enregistrés par dent permanente / *Prevalence of enamel hypoplasias and average number of stress events recorded per permanent tooth*

		Maxillaire									
	Total	Labiales	Jugales	I1	I2	C	P3	P4	M1	M2	M3
<i>n</i>	992	412	580	133	121	158	125	120	132	125	78
% hypoplasie	38,4	52,9	28,1	42,9	45,5	67,1	52,8	32,5	18,2	20,8	10,3
Moyenne hypo/dent	1,86	2,20	1,42	2,32	2,13	2,17	1,68	1,33	1,17	1,23	1
		Mandibule									
	Total	Labiales	Jugales	I1	I2	C	P3	P4	M1	M2	M3
<i>n</i>	1 326	547	779	156	180	211	191	171	167	157	93
% hypoplasie	39,7	59,0	26,2	46,2	49,4	76,8	53,4	32,2	15,0	13,4	1,1
Moyenne hypo/dent	1,98	2,32	1,45	2,10	2,04	2,56	1,59	1,31	1,16	1,48	1

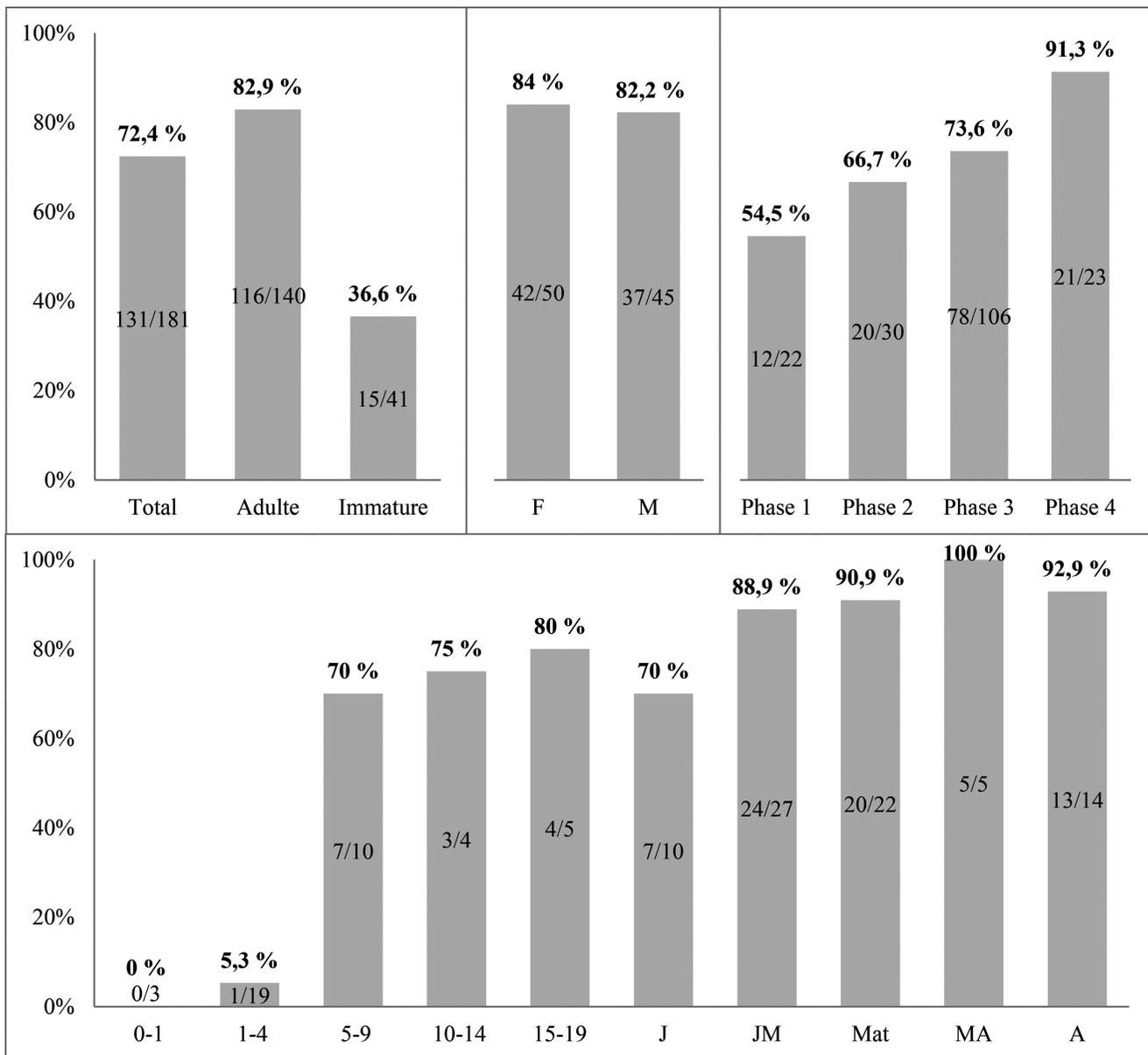


Fig. 2 Fréquence des individus atteints d'hypoplasies (au moins une dent observable) selon la maturation, la classe d'âge, le sexe et la phase d'inhumation / *Frequency of individuals affected by hypoplasias (at least one observable tooth) by stage of maturity, age class, sex and inhumation phase*

catégories de dents considérées (Tableau 13). Selon la méthode développée par Bocquentin [22], chaque tiers considéré correspond à une fourchette d'âge, à laquelle l'épisode de stress est survenu. On remarque la rareté du stress survenu après dix ans, qui ne représente que 0,5 % des épisodes enregistrés (Tableau 14). Le stress aurait plutôt tendance à survenir entre 2,5 et 5 ans : cela concerne 47 % des marqueurs enregistrés. Toutefois, les stress subis avant 2,5–3 ans et entre 4,5 et 7 ans restent courants. Les résultats indiquent alors que jusqu'à sept ans le stress peut survenir sans tenir compte de l'âge : il se rencontre pendant toute l'enfance, sans réelle discrimination. Enfin, le découpage par phases

stratigraphiques n'indique pas de réel changement ou progression avec le temps.

Discussion

Les analyses par type de dent sont tout à fait concordantes avec celles de la littérature existante. Concernant les caries, les dents maxillaires présentent des prévalences supérieures aux dents mandibulaires, et les molaires constituent la catégorie de dent la plus atteinte, comme cela a déjà été observé dans de nombreuses populations [19,20,22,26]. Cela tient à

Tableau 13 Répartition des LEH selon leur localisation sur la couronne dentaire et chronologie des épisodes de stress (d'après Bocquentin [22]) / *Distribution of LEH according to their location on tooth crown and chronology of stress events (after Bocquentin [22])*

	Maxillaire								Légende
	I1	I2	C	P3	P4	M1	M2	M3	
Nbre hypoplasies	131	115	225	108	50	28	31	7	
Cervical	35,9	43,5	41,8	45,4	34,0	28,6	35,5	28,6	< 2,5/3 ans
Intermédiaire	55,0	46,1	45,8	48,1	62,0	57,1	51,6	71,4	2,5 à 5 ans
Occlusal	9,2	10,4	12,4	6,5	4,0	14,3	12,9	0,0	4,5 à 7 ans
Occlusal	7,3	7,7	12,0	6,8	1,4	7,1	9,7	0,0	> 10 ans
Intermédiaire	50,3	53,3	46,9	47,8	49,3	14,3	35,5	0,0	
Cervical	42,4	39,0	41,0	45,3	49,3	78,6	54,8	100,0	
Nbre hypoplasies	151	182	407	161	71	28	31	1	
	I1	I2	C	P3	P4	M1	M2	M3	
	Mandibule								

Tableau 14 Age de formation des LEH pour l'ensemble de la population et par phase d'inhumation (d'après Bocquentin [22]) / *Age of LEH formation for the whole population and per inhumation phase (after Bocquentin [22])*

	Total		Phase 1		Phase 2		Phase 3		Phase 4	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Nbre hypoplasies	1 727		141		158		1 154		274	
< 2,5/3ans	415	24,0	36	25,5	31	19,6	277	24,0	71	25,9
2,5 à 5 ans	814	47,1	68	48,2	84	53,2	537	46,5	125	45,6
4,5 à 7 ans	490	28,4	36	25,5	41	25,9	335	29,0	78	28,5
> 10 ans	8	0,5	1	0,7	2	1,3	5	0,4	0	0,0

leur morphologie, caractérisée par de nombreux sillons et fosses, créant de véritables pièges pour la plaque dentaire. Concernant les hypoplasies, les canines sont préférentiellement atteintes, suivies par les incisives centrales supérieures, tendances déjà largement observées [20,22,27,28]. En revanche, la forte prévalence des divers paramètres enregistrés et la fréquence d'individus atteints sont particulièrement élevées.

La mise en regard des différentes pathologies dentaires ainsi que le contexte historique spécifique au cas français et marseillais peuvent apporter des éléments d'explication. Par ailleurs, plusieurs sites contemporains du cimetière des Crottes ont été sélectionnés afin d'établir des comparaisons, permettant de replacer ces résultats au sein d'un contexte plus général, à l'échelle européenne. Les échantillons de comparaison se retrouvent particulièrement outre-Manche où s'est constitué un solide échantillon pour cette période émergente dans la recherche française [29–31]. D'autres collections européennes publiées ont également été choisies : en Lituanie, en Italie et au Portugal [26,28,32]. Les données comparatives sont indiquées sur la figure 3. Toutefois, les ensembles ostéoarchéologiques de comparaison sont plutôt rares, et il peut s'avérer difficile de comparer des fréquences établies par des observateurs différents et à l'aide de méth-

odes d'enregistrement ou de calcul des prévalences très diverses [19,21].

Hygiène et soins dentaires

De nos jours, l'hygiène dentaire constitue un rôle essentiel dans la prévention des pathologies buccodentaires et particulièrement dans celle des caries. Dès le XVIII^e siècle, les ouvrages traitant spécifiquement de la santé dentaire mettent en avant cette fonction essentielle [33], et la seconde moitié du XIX^e siècle voit de nets progrès dans le milieu médical et l'art dentaire. Pourtant, la nécessité de l'hygiène dentaire et de soins précoces et réguliers dès l'enfance comme outils de prévention reste longtemps théorique et n'aura guère de prolongement dans la pratique jusqu'au XX^e siècle [34]. La brosse à dents est un exemple frappant. Elle apparaît dès le XVIII^e siècle, mais son emploi demeure très limité jusqu'au XX^e siècle [34]. Au cimetière des Crottes, une hygiène dentaire négligée pourrait expliquer en partie la forte fréquence des caries dentaires qui atteignent près de 30 % des dents observées.

Les caries tout comme l'usure sont considérées dans les populations anciennes comme deux raisons majeures pouvant être à l'origine de la perte d'une dent [21]. Sur cet

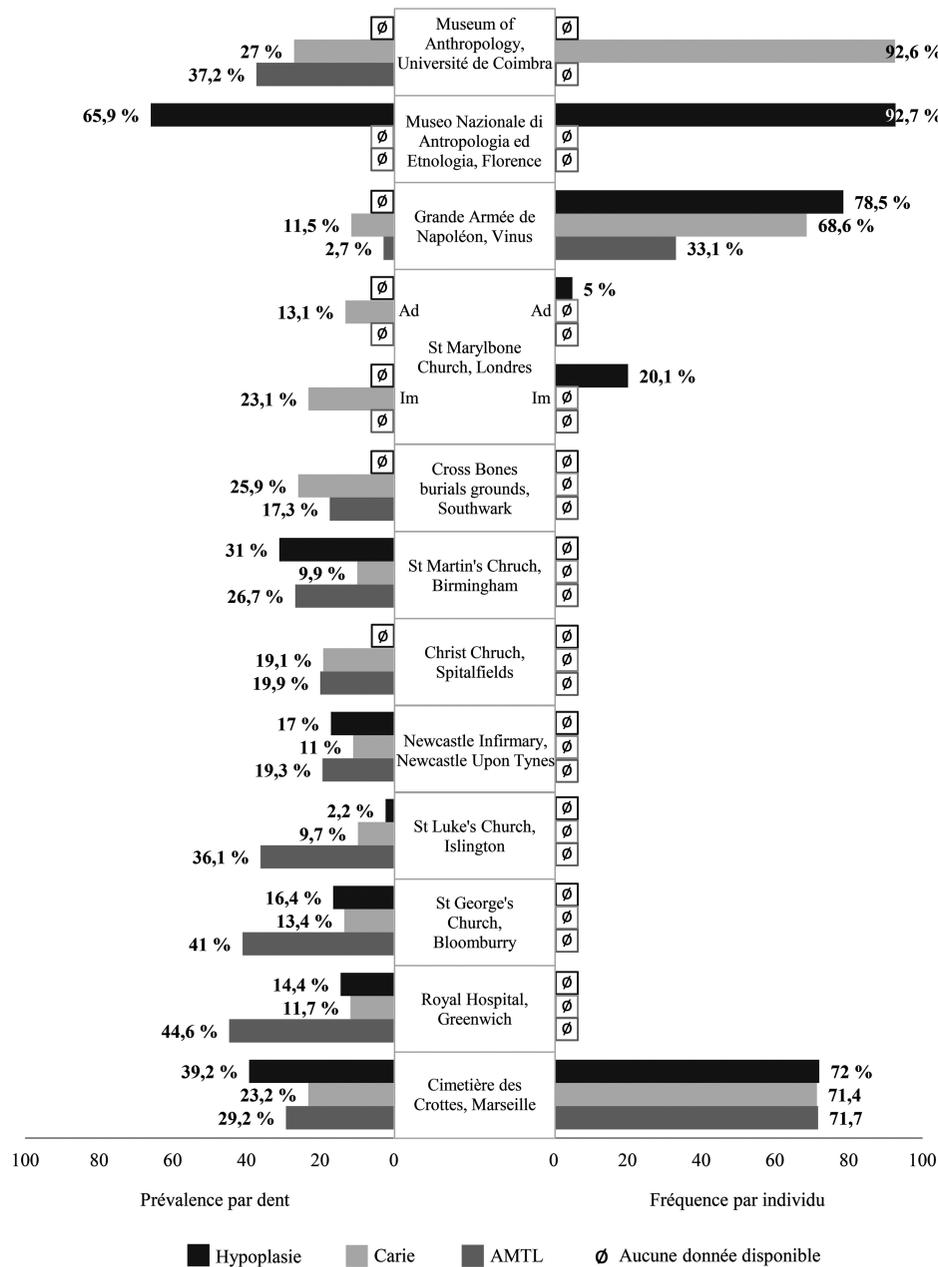


Fig. 3 Comparaison des taux d'AMTL, de caries et d'hypoplasies dans les sites contemporains sélectionnés (d'après Boston et al. [29] ; Ad : adulte ; Im : immature). Le calcul des prévalences exprimées donne des ratios bruts en pourcentage / *Comparison of AMTL, caries and hypoplasias in selected contemporary assemblages (after Boston et al. [29]; Ad: adults; Im: immature). The prevalence is expressed in crude percentages*

échantillon, la faible usure et la forte prévalence des caries pourraient mettre en avant la carie comme facteur principal. À ce sujet, les molaires constituent à la fois les dents les plus cariées et les plus perdues *antemortem*. Parallèlement, les caries les plus sévères (stade 4) sont rares, en dépit de la forte prévalence de dents cariées : les lésions les plus sérieuses auraient pu entraîner de nombreuses pertes de dent

et/ou mener à une extraction volontaire, dans un but thérapeutique. Cette seconde hypothèse pourrait être étayée par les nombreuses pertes *antemortem* observées chez des individus plutôt jeunes et en particulier sur un sujet âgé entre 15 et 19 ans. L'extraction dentaire pourrait alors être abusive et serait perçue comme un moyen efficace et abordable de traitement des pathologies dentaires. D'autant que, depuis la

Révolution de 1789 et jusqu'à la fin du XIX^e siècle, la profession de dentiste en France souffre d'un manque de législation et de cadre clair, sans réel enseignement médical [35].

Les pertes *antemortem* constituent dans cette collection ostéologique l'un des seuls éléments sur lesquels pourrait s'appuyer l'hypothèse de soins dentaires. Cela dénote par rapport aux exemples anglais, pour lesquels il existe de nombreuses preuves tangibles. À Christ Church (Spitalfields) et à St Marybone (Londres), des plombages ont été retrouvés sur plusieurs squelettes, dont certains réalisés à partir de feuilles d'or [30,31]. De plus, certains individus ont été inhumés avec leur prothèse dentaire souvent réalisée à partir de matériaux onéreux. Aux Crottes, seul un dentier a été retrouvé lors de l'opération de diagnostic, mais ce dernier n'était pas associé à une sépulture. Il faut peut-être se tourner vers la composition sociale des divers échantillons mis en comparaison. À Christ Church, les inhumés proviennent principalement de la classe moyenne, et à St Marybone, le cimetière accueille au XIX^e siècle une population relativement aisée. En revanche, aux Crottes, la population pourrait avoir peu accès à ce type de soins.

Si le manque d'hygiène dentaire peut jouer un rôle important dans la fréquence des pathologies buccodentaires, les pratiques alimentaires revêtent certainement une large part de responsabilité.

L'alimentation et ses conséquences sur la santé

En Europe, les nombreuses famines et disettes, caractéristiques de l'Ancien Régime, semblent prendre fin à partir de la première moitié du XIX^e siècle. Cela s'explique en partie par la nouvelle économie de marché, favorisée par des rendements plus importants dans les domaines de l'agriculture et de l'élevage et les progrès dans les transports, favorisant le commerce national et international [36,37]. L'introduction de nouveaux aliments, tels que le sucre ou la pomme de terre, et de procédés innovants dans la production alimentaire va bouleverser les pratiques alimentaires, qui s'adaptent aux changements que connaît la société. Enfin, l'historiographie considère le XIX^e siècle comme témoin d'une amélioration du régime alimentaire, notamment grâce à la consommation de viande de plus en plus courante [36,38].

Toutefois, ces changements ne sont pas linéaires ou uniformes et peuvent parfois être lents. En effet, les réformes alimentaires publiques ne seront réellement discutées et mises en place qu'à partir du milieu du siècle [38]. L'augmentation générale de la consommation alimentaire, qui devient progressivement plus riche et plus variée, ne voit véritablement le jour qu'à la fin du siècle [36,39]. Malgré des disparités régionales, les traditions rurales perdurent jusqu'au XX^e siècle, marquées par la frugalité et la monotonie de repas fondés sur les céréales et les pommes de terre et presque exclusivement végétariens [36,39].

De telles habitudes alimentaires peuvent avoir de grandes incidences sur la santé et expliquer les prévalences des pathologies buccodentaires particulièrement élevées aux Crottes.

La nature du régime alimentaire demeure l'un des principaux facteurs des caries : elles se développent davantage avec une alimentation riche en carbohydrates (glucides) [19,20]. À l'inverse, certains facteurs protégeraient du développement des caries, tels que la prise de repas réguliers ou une alimentation riche en protéines [19,40]. Ainsi, aux Crottes, un régime alimentaire fondé sur les céréales et les pommes de terre pourrait jouer un rôle important dans la multiplication des caries dentaires. De plus, le XIX^e siècle constitue une période de changement avec l'avènement de la consommation du sucre et des aliments raffinés, qui semble s'amorcer dès le XVII^e siècle [41–43]. Si le sucre apparaît réellement en France au XVII^e siècle, il s'agit d'abord d'un produit de luxe réservé à une élite. Sa consommation reste très limitée à Marseille jusque dans les années 1830. Au milieu du XIX^e siècle, le prix du sucre baisse considérablement, notamment grâce à l'arrivée d'une nouvelle matière première : la betterave, qui s'impose dans les raffineries du nord de la France. Marseille devient alors le plus grand entrepôt du sucre colonial, et les raffineries prospèrent : le sucre n'est plus une denrée rare, libérant progressivement l'offre et la demande [3]. L'introduction du sucre de manière régulière dans l'alimentation pourrait alors en partie expliquer que plus de 70 % des individus du cimetière sont atteints de caries, et ce, dès l'âge de cinq ans. Enfin, la période de la disponibilité du sucre (à partir des années 1830) pourrait concorder avec la progression du nombre de sujets atteints entre 1784 et 1905. En effet, jusqu'en 1837 (phase 1), on ne compte que 56,5 % de sujets atteints, contre plus de 70 % jusqu'en 1866 (phases 2 et 3). La fin du siècle (phase 4) voit cette augmentation progresser jusqu'à atteindre plus de 80 % des sujets.

Parallèlement à la consommation de sucre, dans les raffineries, de nouveaux procédés et matériaux produisent une farine plus finement moulue, pour laquelle on compte deux effets majeurs. Tout d'abord, la nourriture, plus fine et plus collante, entre facilement dans les fissures des dents et les espaces interstitiels. Cela augmente l'accumulation de plaque cariogène au niveau de ces localisations difficiles d'accès [41]. Ensuite, elle réduit considérablement l'attrition dentaire, empêchant alors la concurrence souvent observée entre caries et usure [19]. La nourriture dure jouerait un rôle protecteur et nettoyant par l'attrition et la stimulation de la production de salive [41]. De plus, les caries débutantes disparaissent au fur et à mesure que la couronne est détruite. Dans notre échantillon, les caries ont tendance à se développer sur les dents peu usées, et nous avons dénombré des moyennes de caries par dent élevées, concernant souvent des stades débutant. De plus, ce type d'alimentation entraînerait un changement dans la localisation des caries [41–43].

Cela se traduit par une augmentation des atteintes sur les couronnes dentaires, remplaçant les lésions au niveau du collet, plutôt caractéristiques des périodes précédentes où l'usure dentaire est encore forte. Les caries se développent alors dans les fissures occlusales des dents et dans les zones de contact interproximales. Dans la population britannique, cette transition semble s'amorcer dès la fin du Moyen Âge, s'affirmer au xvii^e siècle et s'intensifier au xix^e siècle [41]. Les résultats aux Crottes semblent aller dans ce sens, avec plus de 70 % des atteintes au niveau des couronnes des dents permanentes, sur les faces occlusales et interproximales. Et dans 75 % des cas sur les faces interproximales des couronnes des dents lactéales.

Pour la population du cimetière des Crottes, la combinaison de changements alimentaires et d'un manque d'hygiène, liée à une faible usure, pourrait constituer un contexte particulièrement favorable au développement des lésions carieuses. Des fréquences aussi élevées de caries ou de pertes *antemortem* se retrouvent sur les populations européennes contemporaines (Fig. 3). La prévalence à Cross Bones, à Southwark, où la population est majoritairement issue des classes populaires ouvrières se rapproche de celle des Crottes [29]. À Newcastle Infirmary (Newcastle Upon Tyne) ou au Royal Hospital de Greenwich (Londres), si la population est également de condition modeste, le taux de caries est nettement plus faible [29]. Pour le cas de Greenwich, les auteurs mettent cela en relation avec une usure dentaire rapide et prononcée. À Christ Church (Spitalfields), la prévalence est également plus faible [30]. Toutefois, il s'agit ici d'une population issue des classes moyennes liées aux manufactures de soie. Enfin, la fréquence observée à Marseille se rapproche énormément de celle enregistrée pour la collection de Coimbra, de condition plutôt modeste [32].

La fin des disettes périodiques dès la première moitié du xix^e siècle aurait pu laisser présager une faible fréquence des hypoplasies. En effet, malgré des étiologies variées, les principaux facteurs de formation de ces défauts résident dans les carences nutritionnelles ou vitaminiques et les maladies infectieuses ou parasitaires. Or, 72 % des individus sont atteints. La nature même du régime alimentaire révèle une monoalimentation qui pourrait être, en partie, à l'origine de stress nutritionnel : la malnutrition est considérée par certains auteurs comme un facteur important du développement des défauts hypoplasiques [44]. Cela expliquerait partiellement les fortes fréquences d'hypoplasies enregistrées aux Crottes et en particulier celles qui se développent plus tardivement (à partir de 2,5 ans) et qui représentent 76 % des LEH enregistrées. À ce propos, nous avons observé aux Crottes une fréquence bien plus faible chez les immatures. L'une des explications se trouve certainement en confrontant aux fréquences d'atteintes par classe d'âge, l'âge de formation des hypoplasies. Les enfants de moins de cinq ans sont très rarement affectés, alors que le comportement des plus de cinq ans se rapproche

d'avantage des adultes (entre 70 et 80 % d'individus atteints). Or, le stress se forme en majorité entre 2,5 et 5 ans puis au-delà. Les individus les plus jeunes (les 0–1 ans et les 1–4 ans) n'ont peut-être pas encore atteint l'âge où se développent les stress de l'enfance les plus importants ou, en tout cas, ceux qui marquent durablement l'émail dentaire.

Chez les plus jeunes, de nouvelles pratiques alimentaires apparaissent, notamment avec la progression du travail des femmes hors de la sphère domestique (en usines, manufactures ou bureaux notamment). D'abord réservé aux élites au xvii^e siècle, le recours aux nourrices devient une pratique courante au xix^e et s'étend aux couches sociales les plus modestes [30,45,46]. La concurrence entre les frères de lait peut alors produire chez les nourrices, parfois souffrant elles-mêmes de malnutrition, un lait plus pauvre en nutriments essentiels au nourrisson [30,46]. Par ailleurs se généralise dans certaines régions l'allaitement artificiel. Les diverses recettes, qui varient d'une maman/nourrice à l'autre, peuvent être inadaptées à l'alimentation des plus jeunes. À la fin du siècle arrive sur le marché le lait en poudre, mélange de céréale, de lait et de sels minéraux. De plus, ces pratiques se multiplient alors même que les principes de stérilisation et de pasteurisation, censés éliminer les agents pathogènes responsables de nombre de décès, ne sont ni maîtrisés ni généralisés et posent de sérieux problèmes hygiéniques [30,46]. Dans le sud de la France, si le recours aux nourrices est clairement avéré, il semblerait que l'allaitement au sein soit privilégié à la fin du xix^e siècle. Ce dernier semble persister jusqu'à un âge tardif [46], et l'alimentation ne répond plus aux besoins nutritifs de l'enfant [37]. Au cours de xix^e siècle, l'âge au sevrage semble baisser de 18 à 7 mois environ [46]. La nourriture de sevrage, très riche en amidon [30,37], fournit beaucoup de calories, mais peu d'éléments essentiels (protéines, vitamines, calcium, minéraux) et, par conséquent, causerait des défauts nutritionnels. Cet ensemble de facteurs pourrait en partie expliquer la forte proportion d'hypoplasies de type linéaire formées avant l'âge de trois ans (24 %). Toutefois, les stress nutritionnels les plus précoces, ceux des premiers mois de la vie, pourraient ne pas être visibles sur les dents permanentes, car survenus lors de la phase d'apposition de la calcification dentaire et donc masqués par les périkytmies plus tardives [20]. L'absence d'hypoplasies sur les dents lactéales ne signifie pas forcément une absence de stress carenciel entre cinq mois in utero et neuf mois, mais pourrait refléter une moindre susceptibilité des dents lactéales qui se forment sur un laps de temps plus restreint. De plus, l'introduction dans l'alimentation de céréales, riches en glucides, à un âge précoce explique aisément les fortes prévalences de caries sur les dents lactéales et chez les sujets les plus jeunes.

Enfin, le recours aux nourrices ou l'allaitement artificiel pourrait priver le nouveau-né de colostrum, riche en vitamine A, destiné à offrir une protection immunitaire naturelle, notamment contre les maladies infectieuses [30,37,46]. Or,

ce sont dans les contextes de malnutrition que se répandent plus facilement les maladies d'origine carencielle ou infectieuse [37].

Environnement infectieux

Il faut peut-être se pencher davantage sur l'environnement infectieux, comme source des lésions hypoplasiques. Jusqu'au milieu du siècle, la ville est encore marquée par une forte mortalité infantile, et les maladies infectieuses représentaient au moins 30 % des décès de l'ensemble de la population marseillaise [47,48]. À cette époque, l'Europe doit faire face à de nouvelles maladies, telles que la fièvre jaune, et la situation épidémique de la ville est généralement moins bonne que dans le reste de la France. En effet, le XIX^e siècle est marqué par un nombre important d'épidémies : variole et choléra surtout (presque endémiques à Marseille et connaissant de nombreuses poussées épidémiques), mais aussi typhus, grippe, rougeole, typhoïde ou diphtérie [47,48]. De nombreuses raisons sont alors évoquées. Au moment où s'intensifie le commerce national et international, Marseille, grand port de commerce, se situe au carrefour entre Méditerranée et Europe. La ville connaît une importante croissance démographique, liée à l'exode rural et à l'immigration : la population a triplé en moins d'un siècle et atteint plus de 375 000 habitants en 1886. Les infrastructures peinent alors à supporter une telle expansion, notamment celles concernant l'approvisionnement et l'évacuation de l'eau [47]. Les épidémies se développent alors malgré les progrès dans le milieu médical. Les premières campagnes de vaccination contre la variole sont organisées à Marseille dès 1801, mais se montrent grandement incomplètes et inefficaces [47,48]. Il faudra attendre la fin du siècle pour voir les vaccins contre la plupart des autres maladies. Enfin, les politiques d'urbanisation liées à l'hygiène et à la santé publique ne seront mises en place que tardivement, à la fin du XIX^e siècle. Par exemple, le grand collecteur des égouts ne sera inauguré à Marseille qu'en 1896 [47,48]. Ce contexte, spécifique à Marseille, serait d'une part propice à l'omniprésence du stress carenciel, formalisé dans notre étude par une fréquence élevée d'hypoplasies et, d'autre part, par un nombre parfois élevé d'épisodes de stress relevés sur certaines dents. En plus de ces vagues épidémiques, il faut également compter sur des maladies « résiduelles » telles que la tuberculose, responsable de 20 % des décès en France et dont la mortalité ne baisse qu'à partir de la fin du XIX^e siècle [48,49], ou des maladies marquantes telles que la syphilis [42,48]. La situation à Marseille révèle un fonds infectieux très présent au XIX^e siècle, très bien documenté dans les archives, mais peu renseigné au niveau ostéologique.

Nous avons, comme dans de nombreuses populations, enregistré une fréquence plus forte pour les épisodes de stress subi entre 2,5 et 5 ans. Pour autant, les épisodes avant et après cette tranche d'âge restent assez courants : ils surviennent de

manière plutôt régulière jusqu'à sept ans. Il s'agit alors certainement d'un ensemble de facteurs environnementaux qui interagissent tout au long de la période. D'autres facteurs pourraient également être évoqués, tels que l'adultération de nourriture, bien renseignée en Angleterre, mais également attestée en France [30], ou encore certains traitements médicaux, générateurs de stress biologique [50]. À l'inverse des lésions carieuses ou des pertes *antemortem*, les prévalences élevées d'hypoplasies ne semblent pas particulièrement caractéristiques des populations du XIX^e siècle (Fig. 3). Au cimetière des Crottes, les fréquences des hypoplasies sont nettement plus importantes que dans la majorité des contextes anglais. La prévalence se rapproche de celle de St Martin's Church (Birmingham) [29], mais également de celle des soldats de la grande armée de Napoléon [26]. Néanmoins, les fréquences sont nettement plus fortes dans la collection de Florence [28]. Ces disparités à l'échelle européenne dépendent certainement du contexte historique, socio-économique et/ou environnemental et de ses particularités locales.

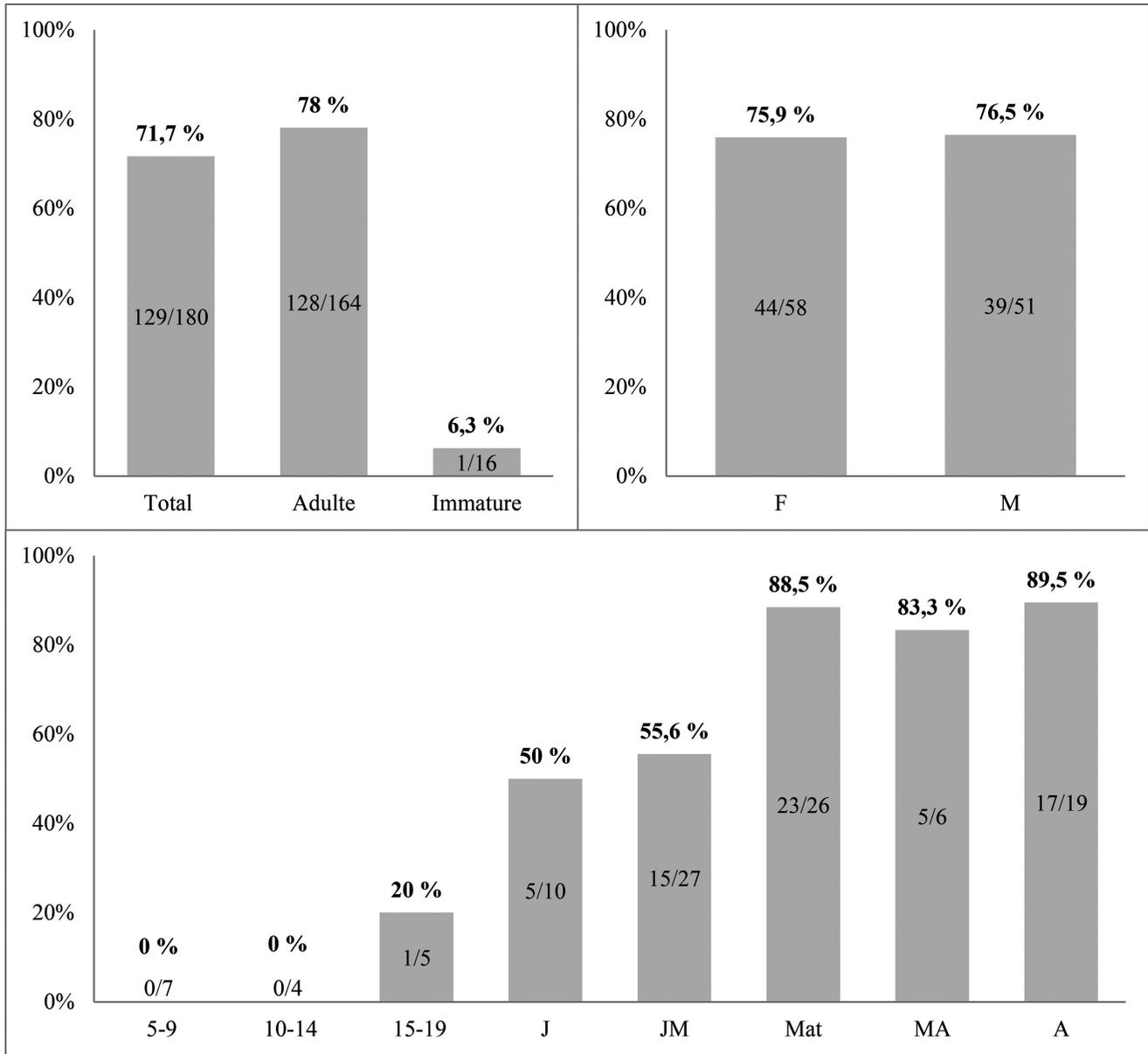
Conclusion

Les résultats de cette étude constituent une première caractérisation de l'état sanitaire, à partir des données ostéoarchéologiques, dans un contexte provençal urbain du XIX^e siècle. Celui-ci se distingue par de très fortes prévalences des caries, pertes *antemortem* et hypoplasies, dans un contexte de changements alimentaires majeurs et de carences manifestes. Ces fortes atteintes pathologiques, qui augmentent nettement tout au long de la période, témoignent d'une situation sanitaire encore précaire à Marseille, et ce, malgré les progrès dans les domaines scientifique, médical et technique, le début des mesures hygiénistes et la lente élévation du niveau de vie. Ainsi, la confrontation des sources historiques aux données ostéologiques semble suggérer que ces mesures n'ont été réellement effectives que plus tardivement. La diversité à l'échelle européenne, notamment pour les hypoplasies, laisse supposer des disparités régionales qui dépendent de facteurs biologiques, environnementaux, politiques et sociaux. Il sera alors intéressant de confronter ces résultats à ceux d'une étude des marqueurs de stress osseux, comme la *cribra orbitalia* ou l'hyperostose poreuse, et de l'occurrence des maladies métaboliques telles que le rachitisme, l'ostéomalacie ou le scorbut, afin de mieux cerner l'environnement carenciel de cette population. Enfin, une analyse plus détaillée de la composition de la population par phase d'inhumation, couplée avec les données issues des archives, permettra d'affiner notre compréhension des changements sanitaires survenus tout au long du XIX^e siècle.

Liens d'intérêts : Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

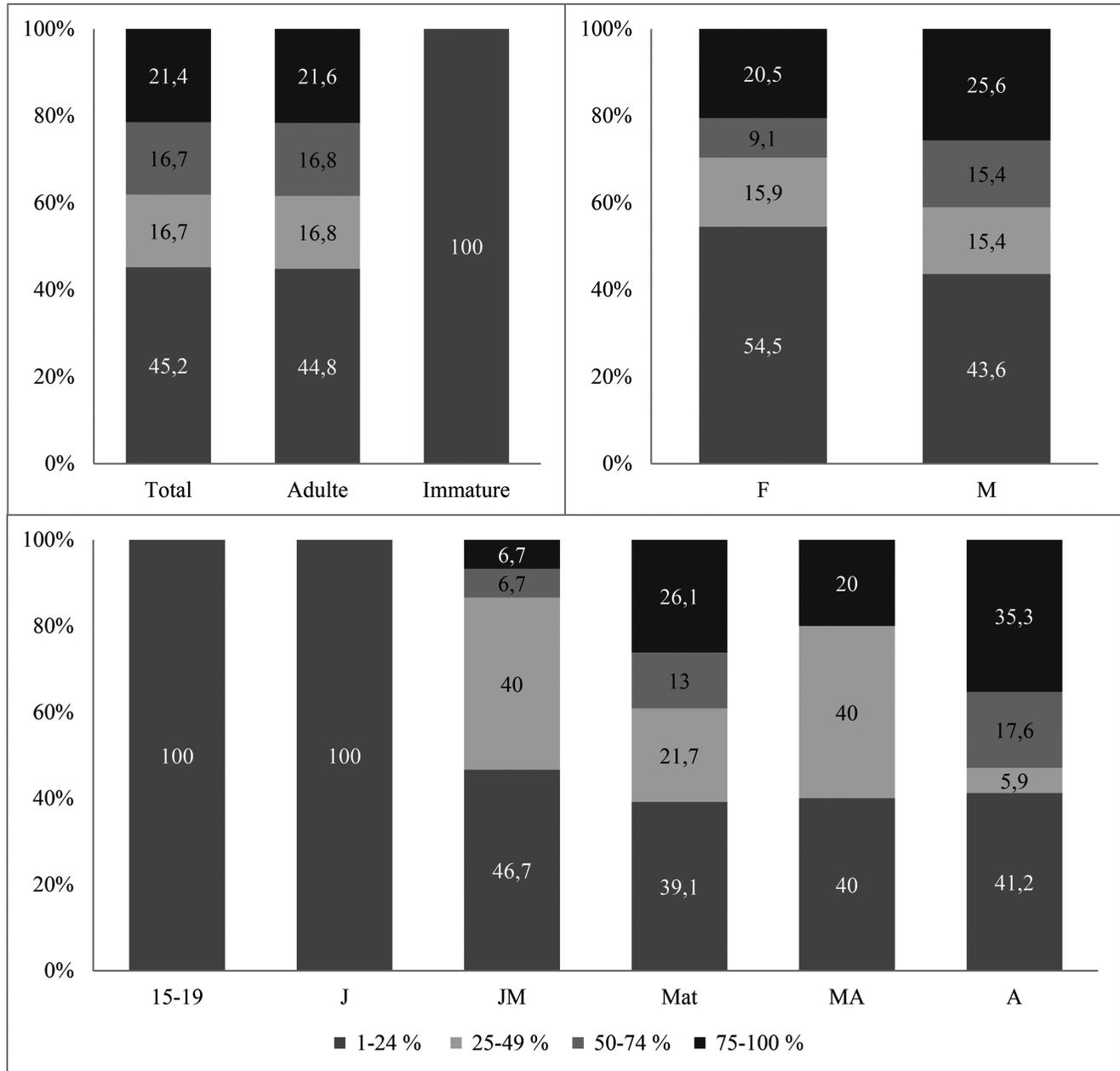
Annexe A

Fréquence des individus atteints d'AMTL (au moins une dent observable ; Ad = adultes ; Im = immatures ; J = jeunes ; Mat = matures ; MA = matures-âgés ; A = âgés ; F = féminin ; M = masculin) / *Frequency of individuals affected by AMTL (at least one observable tooth; Ad: adults; Im: immature; J: young; Mat: Mature; MA: older mature; A: older; F: female, M: male).*



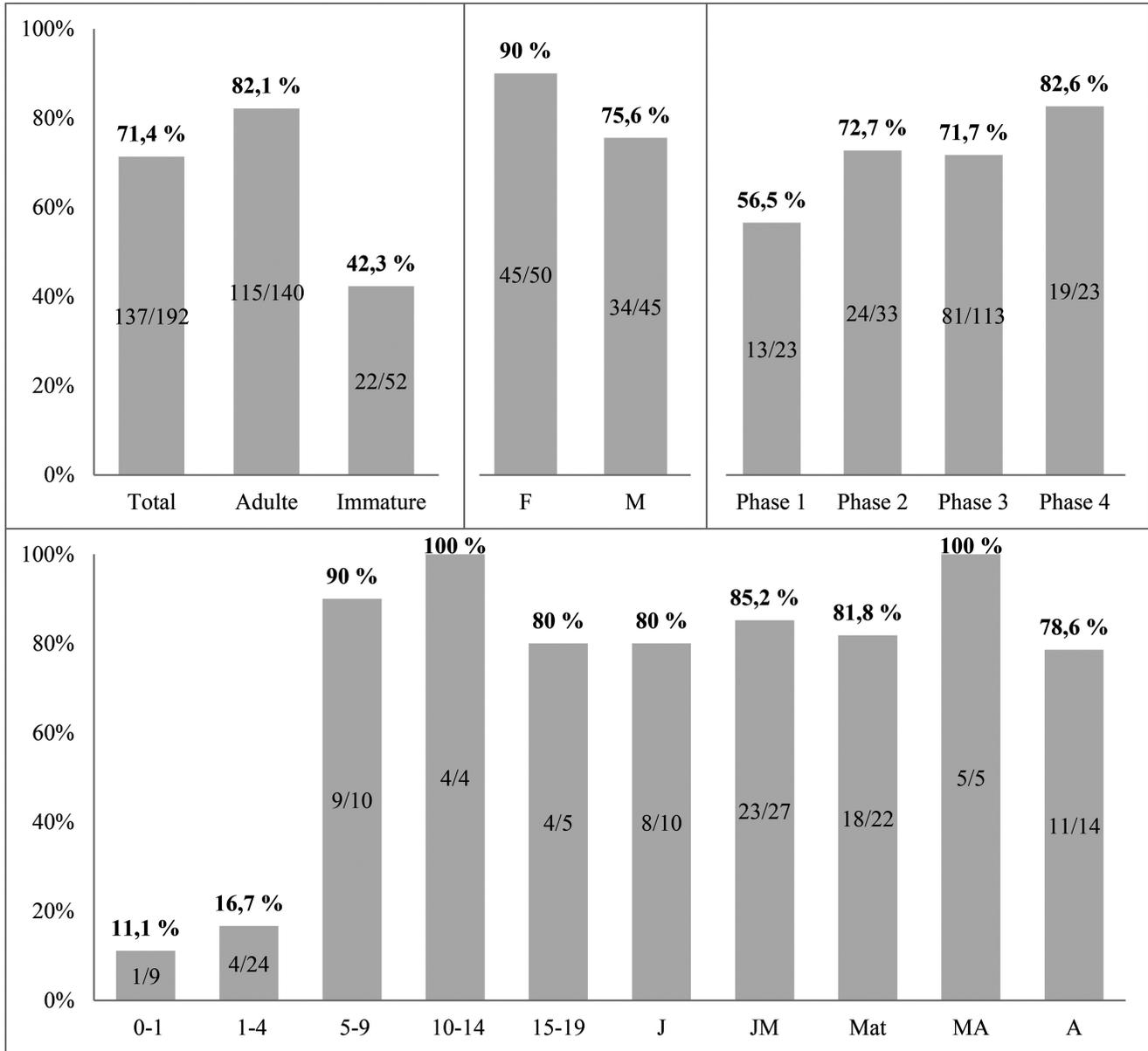
Annexe B

Répartition des individus présentant au moins huit localisations observables, selon leur proportion d'AMTL / *Distribution of individuals affected in at least eight observable locations, according to their proportion of AMTL*



Annexe C

Fréquence des individus affectés par la carie (au moins une dent observable) selon la maturation, la classe d'âge, le sexe et la phase d'inhumation / *Frequency of individuals affected by caries (at least one observable tooth) by stage of maturity, age category, sex and inhumation phase*



Références

- Guy H, Lanteri L, Richier A, et al (eds) (à paraître) 8^e Rencontre du Gaaf. La mort de plus en plus proche. Rencontre autour de nos aïeux. Mélanges d'archéologie, d'histoire, d'anthropologie, de sociologie, de médecine légale. Marseille, les 25, 26 et 27 mai 2016
- Richier A, Weydert N (eds) (2016) Ancien cimetière des Crottes. Prolongement de la ligne 2 du métro de Bougainville vers Capitaine-Gèze — 72 av. Félix Zoccola. Rapport final d'opération. Inrap Méditerranée, Nîmes, 496 p
- Daumalin X, Raveux O (2001) Marseille (1831–1865). Une révolution industrielle entre Europe du Nord et Méditerranée. *Ann HSS* 56:153–76
- Meslé F, Vallin J (2000) Transition sanitaire : tendances et perspectives. *Med Sci* 16:1161–71
- Moorrees CFA, Fanning EA, Hunt EE (1963) Age variation of formation stages for ten permanent teeth. *J Dent Res* 42:1490–502
- Moorrees CFA, Fanning EA, Hunt EE (1963) Formation and resorption of three deciduous teeth in children. *Am J Phys Anthropol* 21:205–13
- Ubelaker IH (1989) Human Skeletal remains: excavation, analysis and interpretation. Washington: Smithsonian Institution, Washington DC, 172 p
- Adalian P, Piercecchini-Marti MD, Bourlière-Najean B, et al (2002) Nouvelle formule de détermination de l'âge d'un fœtus. *CR Biol* 325:261–69
- Maresh MM (1970) Measurements from roentgenograms. In: McCammon RW (ed) Human growth and development. Charles C. Thomas, Springfield, pp 157–200
- Scheuer L, Black S (2010) Developmental juvenile osteology. Elsevier Academic Press, London, 586 p
- Schmitt A (2005) Une nouvelle méthode pour estimer l'âge au décès des adultes à partir de la surface sacropelvienne iliaque. *BMSAP* 17:89–101
- Lovejoy CJ, Meindl RS, Prysbeck 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
- Schmitt A (2008) Une nouvelle méthode pour estimer l'âge des individus décédés avant et après 40 ans. *J Med Leg Droit Med* 51:17–24
- Murail P, Brůžek J, Houët F, et al (2005) DSP: a tool for probabilistic sex diagnosis using worldwide variability in hip-bone measurements. *BMSAP* 17:167–76
- Brůžek J (2002) A method for visual determination of sex, using the human hip bone. *Am J Phys Anthropol* 117:157–68
- Murail P, Brůžek J, Braga J (1999) A new approach to sexual diagnosis in past populations. Practical adjustments from Van Vark's procedure. *Int J Osteoarchaeol* 9:39–53
- Perrin M, Schmitt A, Ardagna Y (2017) Approche méthodologique de l'état sanitaire buccodentaire en contexte moderne et contemporain : le cimetière des Crottes à Marseille (1784–1905). Communication affichée. Colloque du GPLF 24–25 mars, Caen
- Smith BH (1984) Patterns of molar wear in hunter-gatherers and agriculturalists. *Am J Phys Anthropol* 63:39–56
- Hillson S (2001) Recording dental caries in archaeological human remains. *Int J Osteoarchaeol* 11:249–89
- Hillson S (1996) Dental anthropology. Cambridge University Press, Cambridge, New York, 373 p
- Lukacs JR (1995) The "Carie Correction Factor": a new method of calibrating dental caries rates to compensate for antemortem loss of teeth. *Int J Osteoarchaeol* 5:151–6
- Bocquentin F (2003) Pratiques funéraires, paramètres biologiques et identités culturelles au Natoufien : une analyse archéanthropologique. Thèse de doctorat en anthropologie biologique, université de Bordeaux-I, 631 p
- Edal YS, Duyar I (1999) Brief communication: a new correction procedure for calibrating dental caries frequency. *Am J Phys Anthropol* 108:237–40
- Duyar I, Erdal YS (2003) A new approach for calibrating dental caries frequency of skeletal remains. *Homo* 54:57–70
- Ogden AR, Pinhasi R, Chite WJ (2007) Gross enamel hypoplasia in molars from subadults in a 16th–18th century London Graveyard. *Am J Phys Anthropol* 133:957–66
- Palubeckaite Z, Jankauskas R, Ardagna Y, et al (2006) Dental status of Napoleon's Great Army (1812) mass burial of soldiers in Vilnius: childhood peculiarities and adult dietary habits. *Int J Osteoarchaeol* 16:355–65
- Goodman AH, Armelagos GJ (1985) Factors affecting the distribution of enamel hypoplasias within the human permanent dentition. *Am J Phys Anthropol* 68:479–93
- Moggi-Cecchi J, Pacciani E, Pinto-Cisternas J (1994) Enamel hypoplasia and age at weaning in 19th century Florence, Italy. *Am J Phys Anthropol* 93:299–306
- Boston C, Witkin A, Boyle A, et al (2008) A safe moor'd in Greenwich tier: a study of the skeleton of Royal Navy sailors and marines excavated at the Royal Hospital Greenwich. *Oxford Archaeology Monograph* 5, Oxford, 156 p
- Cox M (1996) Life and death at Spitalfields, 1700–1850. Council for British Archaeology, York, 142 p
- Miles A, Powers N, Wroe-Brown R, et al (2008) St Marylebone Church and burial grounds in the 18th to 19th centuries. Excavations at St Marylebone School, 1992 and 2004–6. *MoLas Monograph*, Londres, 172 p
- Wasterlain S, Hillson S, Cunha E (2009) Dental caries in a Portuguese identified skeletal sample from the late 19th and early 20th centuries. *Am J Phys Anthropol* 140:64–79
- Fauchard P (1746) Le chirurgien-dentiste, ou traité des dents. 2^e édition. Paris, 530 p (<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k106170j>)
- Pasquini A (2002) Évolution de l'hygiène buccodentaire au fil des siècles et des civilisations. Thèse de doctorat en chirurgie dentaire, université Henri-Poincaré, Nancy-I, 277 p
- Anthony J (2014) La formation en chirurgie buccodentaire, d'hier à aujourd'hui. Thèse de doctorat en chirurgie dentaire, université de Montpellier-I, 93 p
- Teuteberg HJ, Flandrin JL (1996) Transformations de la consommation alimentaire. In: Flandrin JL, Montanari M (eds) Histoire de l'alimentation. Fayard, Paris, pp 725–46
- Sorcinelli P (1996) L'alimentation et la santé. In: Flandrin JL, Montanari M (eds) Histoire de l'alimentation. Fayard, Paris, pp 809–22
- Lhuissier A (2002) Réforme sociale et alimentation populaire (1850–1914). Pour une sociologie des pratiques alimentaires. *Revue d'histoire du XIX^e siècle* 24:245–50
- Lejeune D (2013) Boire et manger en France de 1870 au début des années 1990. DEUG, Khâgne du Lycée Louis-le-Grand, 28 p
- Powel ML (1985) The analysis of dental wear and caries for dietary reconstruction. In: Gilbert RI, Mielke JH (eds) The analysis of prehistoric diet. Academic Press, Orlando, pp 307–38
- Corbett E, Moore WJ (1976) Distribution of dental caries in Ancient British populations. IV. The 19th century. *Caries Res* 10:401–14
- Hillson S (2008) Dental pathology. In: Katzenberg A, Saunders SR (eds) Biological anthropology of human skeleton. 2nd edition, John Wiley and sons, Inc. Hoboken, pp 301–40

43. Müller A, Hussein K (2017) Meta-analysis of teeth from European populations before and after the 18th century reveals a shift towards increased prevalence of caries and tooth loss. *Arch Oral Biol* 73:7–15
44. Goodman A, Martinez C, Chavez A (1991) Nutritional supplementation and the development of linear enamel hypoplasias in children from Tezonteopan, Mexico. *Am J Clin Nutr* 53:773–81
45. Fildes V (1987) *Breasts, bottles and babies: a history of infant feeding*. University Press, Edinburgh, 462 p
46. Rollet C (1978) Allaitement, mise en nourrice et mortalité infantile en France à la fin du XIX^e siècle. *Population* 33:1186–203
47. Mafart B, Morillon M (1998) Les épidémies à Marseille au XIX^e siècle. *BMSAP* 10:81–98
48. Aubert M (1993) La médecine à Marseille au XIX^e siècle. *Provence Historique* 172:185–206
49. Bello S, Signoli M, Dutour O (2000) Analyse de l'évolution de la mortalité par tuberculose du XVIII^e au XX^e siècle dans quatre grandes villes françaises. *Med Mal Infect* 30:275–83
50. Ioanou S, Henneberg M (2016) A rare case of congenital syphilis and a supernumerary fourth molar in an early 20th century African American woman. *Dent Anthropol* 29:41–7

Évolution anthropométrique et physiologique des surfeurs de haut niveau. Recherche de paramètres associés à la performance

Anthropometric and Physiological Changes in Top Level Surfers. Investigation into Performance-Related Parameters

A. Fleury · J.D. Lafitte · C. Monchaux · F. Bauduer

Reçu le 16 avril 2018 ; accepté le 4 septembre 2018
© Société d'Anthropologie de Paris et Lavoisier SAS 2018

Résumé Les paramètres anthropométriques et physiologiques à l'effort constituent des éléments déterminants dans la pratique sportive à haut niveau. Notre étude s'est appliquée à dresser l'évolution du profil d'un échantillon de surfeurs du pôle France entre deux périodes (2000-2005 *versus* 2010-2015) et à déterminer quels paramètres sont associés à la performance en surf de haut niveau (jugée par rapport au classement fédéral des individus). Nous avons utilisé les données issues des évaluations annuelles de ces sportifs. Elles comprennent l'âge, les paramètres anthropométriques : taille, poids, indice de masse corporelle (IMC), pourcentage de masse grasse à l'adipomètre ainsi que physiologiques à l'effort : consommation maximale d'oxygène (VO_2 max), puissance maximale aérobie (PMA), fréquences cardiaques aux seuils ventilatoires aérobie (SV1) et anaérobie (SV2) exprimées en pourcentage de la fréquence cardiaque maximale (FC max) et puissance maximale anaérobie alactique (PMAA) des membres inférieurs évaluée par un test de

détente verticale. Nous avons étudié au total 83 hommes et 23 femmes. Par rapport à l'échantillon plus ancien, nous avons mis en évidence une réduction du dimorphisme sexuel et du pourcentage de masse grasse et, sur le plan physiologique, une amélioration globale des paramètres physiologiques chez les hommes avec une significativité statistique au niveau du VO_2 max et de la PMAA. Les paramètres physiologiques retrouvés significativement associés à la performance chez les hommes ($p < 0,05$) sont la PMAA ou la détente des membres inférieurs, les puissances à SV2 et à SV1, les pourcentages de FC max atteints à SV2 et à SV1 et la PMA. On observe un processus de sélection/adaptation chez les surfeurs de haut niveau spécifique à leur discipline sur le plan biométrique et physiologique. Des constatations identiques ont été faites dans diverses autres pratiques sportives, mais avec une distribution différente des paramètres associés à la performance. Ces éléments sont importants pour la sélection initiale et le suivi des individus ainsi que pour la mise en place de programmes optimaux d'entraînement.

A. Fleury
Collège des sciences médicales, université de Bordeaux,
146 rue Léo-Saignat, 33076 Bordeaux cedex, France

J.D. Lafitte
Centre hospitalier de Pau, 4 bld Hauterive,
64000 Pau, France

Service médical, Fédération française de surf,
40150 Hossegor, France

C. Monchaux
Service de médecine du sport, centre hospitalier de la Côte
basque, 13 av. Jacques-Loeb, 64100 Bayonne, France

F. Bauduer (✉)
UMR 5199 PACEA, université de Bordeaux,
allée Geoffroy-Saint-Hilaire, 33604 Pessac cedex, France
e-mail : frederic.bauduer@u-bordeaux.fr

Institut du thermalisme, 8 rue Sainte-Ursule,
40100 Dax, France

Mots clés Anthropométrie · Adaptation · Évolution · Surf · Performance

Abstract Anthropometric and physiological parameters are key factors in high-level sports performance. Our study aimed to describe changes in the profiles of "Team France" surfers over two periods (2000–2005 *versus* 2010–2015) and to determine which parameters are associated with performance (according to National Surfing Federation rankings), using the data from annual assessments of the surfers. These include anthropometric data: age, height, weight, and body fat percentage (using an adipometer) and physiological characteristics: maximum oxygen uptake (VO_2 max), maximum aerobic power, cardiac frequency at aerobic (SV1) and anaerobic (SV2) thresholds expressed in percentages of the maximum heart rate (CF max) and maximum anaerobic alactic power (MAAP) of the lower limbs during a vertical jump.

The number of surfers investigated included 83 men and 23 women. Our comparison between the earlier and later samples showed a reduction in sexual dimorphism and body fat percentage and an overall improvement in physiological parameters, which was significant in men for VO_2 max and MAAP. The physiological parameters significantly associated with performance in men ($P < 0.05$) included vertical jumping, power at SV2 and SV1, CF max percentage at SV2 and SV1 and maximum aerobic power. Regarding biometrics and physiology, we have observed a specific selection/adaptation process in high-level surfers. The same tendency appears in other sports disciplines but with a different distribution of performance-related parameters. These are important factors for identifying talent, monitoring individuals, and designing optimum training programs.

Keywords Anthropometry · Adaptation · Change · Surfing · Performance

Introduction

Les différents représentants du monde vivant ont adapté leur morphologie et leur physiologie à leurs milieux par le fait de processus évolutifs étagés sur des millions d'années (macro-évolution). Au sein des espèces, on constate également une sélection qui s'opère quant à l'adaptation à l'environnement (microévolution). De nombreux exemples ont été rapportés à cet égard chez l'homme par les généticiens des populations [1]. La pratique sportive à haut niveau peut être interprétée à travers le prisme de la vision darwinienne, à savoir un lieu de compétition entre les êtres humains où domineront ceux possédant les critères les plus adaptés à la performance [2]. Pour illustrer cette réflexion, nous nous sommes intéressés au surf, discipline issue de la culture polynésienne désormais mondialisée, requérant des aptitudes particulières pour la pratique à haut niveau.

En 1990, le surf est reconnu comme une discipline de haut niveau par la Commission nationale et bénéficie des dispositions prévues pour les sportifs appartenant à cette catégorie : suivi social, aides individualisées, suivi médical, structures d'accession au haut niveau, etc. Le pôle France de Biarritz est labellisé en 1996, puis se scinde en deux avec un pôle France jeunes et la création du pôle Espoirs Aquitaine en 2010. Le nombre de licenciés a été multiplié par 2 entre 2007 et 2014 pour les hommes, et par 2,8 pour les femmes. Il reste faible par rapport aux autres sports (20^e sport le plus pratiqué : 140 000 licenciés). Ces chiffres sont modestes en raison des exigences géographiques de la pratique (proximité d'un littoral) et du fait que la majorité des pratiquants ne souscrivent pas de licence. En 2013, on estime à 37 millions le nombre de surfers dans le monde, contre 13 millions

en 2002 [3]. Le surf sera pour la première fois sport olympique aux Jeux de Tokyo en 2020 (et cette épreuve se déroulera probablement sur la côte aquitaine lors des Jeux de Paris en 2024). L'objectif de ce travail est de décrire les caractéristiques anthropométriques et physiologiques des surfers de haut niveau, leur évolution sur dix ans en rapport avec les changements survenus dans la pratique, et de mettre en évidence des paramètres associés à la performance. Les paramètres étudiés peuvent être influencés à des degrés divers par des facteurs génétiques et environnementaux, en particulier liés à l'entraînement. Ils sont employés de plus en plus pour la sélection et le suivi des sportifs de haut niveau [4,5].

Sujets et méthodes

Présentation synthétique de la pratique du surf en compétition [6]

Les concurrents vont à l'eau par groupes (séries) de quatre, de trois ou même de deux et se distinguent par des tee-shirts de couleurs différentes. Ils évoluent au sein d'une zone délimitée et pendant une durée variant entre 15 et 30 minutes en moyenne. Chaque vague surfée est notée entre 0 et 10 par quatre ou cinq juges sous la responsabilité d'un chef juge. Pour les gratifier de bonnes notes, les juges attendent des compétiteurs : qu'au plan technique leurs manœuvres respectent au mieux les critères de jugement en vigueur et qu'au plan stratégique ils sélectionnent les vagues qui offrent le plus fort potentiel de points. Depuis mars 2005, les critères de jugement sont les suivants :

« le surfeur devra exécuter des manœuvres radicales contrôlées, dans la section la plus critique de la vague avec vitesse, puissance et flow (anglicisme imposé par la nomenclature et traduisible par "fluidité") pour optimiser au maximum son potentiel de points. Le surf innovant et évolutif tout comme la variété du répertoire technique (manœuvres) devront être pris en compte au moment de récompenser les vagues surfées. Le surfeur qui respecte ces critères, en affichant sur les vagues le plus haut degré de difficulté et d'engagement, sera gratifié des scores les plus élevés ».

Une manœuvre sera jugée radicale par l'endroit où elle est exécutée : celui à privilégier sera la section la plus critique de la vague, la plus proche du point de déferlement (la plus grande verticalité déverse le maximum d'énergie, délivre le maximum de vitesse), offrant au compétiteur l'opportunité de mettre en avant son degré d'engagement, ses qualités de puissance et de contrôle, son habileté technique, et la qualité du timing avec la vague. Elle doit être contrôlée, c'est-à-dire effectuée sans déséquilibre ou mouvements parasites et de façon complète. Une manœuvre exécutée à 90 % et terminée

par une chute ne sera pas notée (toutefois, dans le cadre d'un tube profond, le surfeur qui sort du tube mais qui chute à la sortie sera pénalisé pour manque de contrôle, mais son surf dans le tube sera valorisé). Le surfeur se doit de rechercher la vitesse maximale, ce qui va permettre de rendre les manœuvres plus explosives, plus nombreuses grâce à un enchaînement plus rapide et de rallonger la distance surfée. À la fin de la série, on retient en général les trois meilleures vagues (parfois quatre ou cinq) de chaque concurrent sur chaque feuille de juge, ce qui permet un classement des concurrents de la série. Les premiers classés accèdent au tour suivant, les autres sont éliminés du tableau principal (et inclus dans un tableau secondaire de repêchage) et ainsi de suite jusqu'à la finale. Le surfeur doit donc assurer la meilleure prestation possible sur chaque vague, à chaque série de la compétition, plusieurs fois par jour, et ce, pendant plusieurs jours.

Le surf est caractérisé par une intermittence d'exercices variés en intensité et en durée, selon que l'athlète rame, est stationnaire, attend une vague ou la surfe à proprement parler (action de glisse). Les concurrents ne sont notés que sur la glisse et les manœuvres effectuées. Or, les analyses physiologiques de l'activité nous montrent que la majeure partie de l'effort consiste à ramer. Grâce à du matériel d'enregistrement vidéo, puis des cardiofréquencemètres et récemment des montres GPS, les chercheurs ont pu au fil des années analyser les efforts fournis sur le terrain en termes de durée, de fréquence cardiaque, de vitesse et de distance parcourue. L'analyse des données quantitatives et qualitatives du surf en compétition permet d'identifier les caractéristiques physiologiques requises. Ainsi, les périodes d'intensité modérée qui sollicitent la filière aérobie sont majoritaires, dominées par l'effort de rame (environ 50 % du temps) [7–10]. Le surf nécessite donc une bonne endurance cardiorespiratoire et musculaire pour maintenir un niveau technique et physique élevé durant toute une session, mais également pour mieux récupérer entre deux vagues surfées. De surcroît, les qualités physiques liées à la filière énergétique anaérobie sont sollicitées par intermittence dans les efforts brefs et intenses [11]. Endurance et puissances aérobie et anaérobie vont surtout concerner le haut du corps, mais également les membres inférieurs durant les périodes de glisse.

L'effort de rame effectué à plat ventre sur la planche avec les bras va lui-même alterner entre de courtes périodes intenses de sprint (4 % du temps) et des périodes plus longues d'endurance (environ 48 %) [7–10]. Lors de l'effort de rame explosif que le sportif fournit pour prendre la vague de son choix, il sollicite la filière énergétique anaérobie alactique. Cet effort dure 61 % du temps entre un et dix secondes, et 20 % du temps entre 11 et 20 secondes [9], tandis que la rame du bord pour revenir à la zone de déferlement une fois la vague surfée peut durer plus de dix minutes [12]. Ce repositionnement sera une phase d'intensité plus faible, nécessitant une bonne aptitude aérobie [7–9,12]. S'ajoutent à cette

phase d'endurance à la rame les multiples apnées que le surfeur doit subir pour passer sous les vagues qui déferlent (« faire le canard »), accroissant l'intensité de l'exercice. Même si le temps passé stationnaire est important en cumulé, il s'avère qu'il ne dure qu'entre une et dix secondes dans 64 % des cas [9]. Une fois positionné, le surfeur doit ensuite donner l'impulsion qui lui permettra de se mettre debout (*take-off*), sollicitant la puissance des membres inférieurs. Le même type d'effort se retrouve lors de manœuvres explosives au cours de la glisse. Lors de la période de glisse (environ 5 % du temps), les filières sollicitées varient en fonction des vagues choisies, de leur longueur et des manœuvres effectuées. L'effort peut passer de l'anaérobiose alactique sur les vagues courtes à lactique sur les efforts intenses de plus longue durée. En outre, lors de l'évolution debout sur la planche, l'équilibre postural est important ainsi que des notions plus subjectives de *flow*, d'engagement et de créativité. Il ne faut pas oublier que le surf est une discipline complexe qui requiert, à côté des exigences physiques, bien d'autres aptitudes que nous n'évaluerons pas ici.

Échantillon d'étude

L'échantillon d'étude est constitué par 48 hommes et 19 femmes pratiquant le surf à haut niveau (athlètes du pôle France) qui ont bénéficié de l'évaluation annuelle obligatoire au niveau du service de médecine du sport du centre hospitalier de la Côte basque de 2010 à 2015. Ces résultats ont été comparés avec une série analogue de trois hommes et quatre femmes évaluée entre 2000 et 2005 (période antérieure aux changements des critères de notation) au même endroit et selon les mêmes techniques [13]. Pour la recherche des paramètres physiologiques associés à la performance en surf, seuls les sujets de sexe masculin ont été analysés en raison de l'effectif féminin trop restreint ne permettant pas de tirer des conclusions significatives sur le plan statistique.

Explorations anthropométriques

Taille, poids, calcul de l'indice de masse corporelle

Les paramètres suivants ont été recueillis : taille exprimée en centimètres, poids en kilogrammes et indice de masse corporelle (IMC) ou indice de Quételet calculé grâce au rapport poids (kg)/(taille [m])².

Calcul du pourcentage de masse grasse

Le pourcentage de masse grasse a été déterminé à partir de la somme de quatre plis cutanés mesurés en millimètres avec une pince adipométrique de Harpenden. Cinq mesures sont effectuées pour chaque pli par le même opérateur à l'intérieur de chaque groupe de surfeurs, et la moyenne est calculée. La

somme des quatre plis est convertie en pourcentage de masse grasse selon les équations de Durnin/Womersley¹ (obtention de la densité corporelle par tranche d'âge) puis de Siri² (conversion de la densité corporelle en pourcentage de masse grasse).

Explorations physiologiques

Épreuve d'effort sur cycloergomètre

Nous utilisons le cycloergomètre pour les surfeurs dans le service de médecine du sport de l'hôpital de Bayonne depuis 1999. L'exercice est effectué sur un vélo adapté au travail des membres supérieurs en position assise qui nécessite de produire un effort proche de la rame. Après un échauffement de trois à cinq minutes, la puissance imposée augmente progressivement par paliers de 5 W toutes les 30 secondes pour rendre la progression plus linéaire et précise à l'approche de la puissance maximale, imposant donc à l'athlète une production d'énergie croissante. Un électrocardiogramme enregistre l'adaptation cardiaque à l'effort. Le sportif respire à travers un masque relié à une machine analysant la composition des échanges gazeux (ergospiromètre), permettant donc de calculer instantanément la quantité d'oxygène consommée et celle de dioxyde de carbone produite, reflétant l'adaptation respiratoire en réponse à une augmentation de la charge de travail. Le caractère maximal de l'épreuve est jugé sur les critères de la conférence de consensus de la Société française de médecine du sport du 3 avril 2001 sur les épreuves d'effort des sportifs de haut niveau [18].

Mesure de la consommation maximale d'oxygène

La mesure de la consommation maximale d'oxygène (VO_2 max) se pratique depuis longtemps (1924 pour l'aviron) dans les sports où elle influence le degré de performance. C'est en particulier le cas des disciplines d'endurance telles que la course à pied (demi-fond et fond), du ski de fond, du cyclisme ou de l'aviron. Le VO_2 max d'un individu est le volume maximal d'oxygène qu'il peut consommer par unité de temps au cours d'un exercice suffisamment intense pour le conduire jusqu'à l'épuisement. Il s'exprime en litres par minute ou millilitres par minute et par kilogramme de masse corporelle (ml/min par kg). La VO_2 max et la fréquence cardiaque évoluent linéairement avec l'augmentation de la charge de travail, comme un facteur de bonne adaptation physiologique à l'exercice, puis le VO_2 max est atteint lors de la phase de plateau [19]. Il s'agit d'un critère d'évaluation

de la capacité aérobie et d'aptitude aux exercices de longue durée (endurance) [19].

Seuils ventilatoires aérobie et anaérobie

L'endurance aérobie est corrélée avec la position des seuils ventilatoires lors des épreuves à charge croissante [20], d'où la mesure de consommation d'oxygène aux seuils dits seuil ventilatoire aérobie (SV1) et seuil ventilatoire anaérobie (SV2). La zone de transition aérobie-anaérobie correspond à l'intensité de l'exercice pour laquelle la contribution du métabolisme anaérobie à la fourniture d'énergie augmente rapidement, avec une augmentation brutale des concentrations sanguines en acide lactique (lactatémie). Cette zone est comprise entre le seuil aérobie (ou seuil d'apparition des lactates) et le seuil anaérobie (ou seuil d'accumulation des lactates, encore appelé seuil lactique ou seuil d'inadaptation respiratoire).

Fréquence cardiaque maximale

La fréquence cardiaque maximale (FC max) est définie lorsque la courbe de FC atteint un plateau horizontal. On définit également les FC aux SV1 et SV2 en les convertissant en pourcentage de la FC max observée.

Puissance maximale aérobie

Une puissance est un débit d'énergie, c'est-à-dire une quantité maximale d'oxygène qu'un organisme peut utiliser par unité de temps. Son unité conventionnelle est le watt (W) rapporté au poids : W/kg. La puissance maximale aérobie (PMA) se définit comme étant la puissance maximale développée (ici celle des membres supérieurs), correspondant à la VO_2 max [19]. Elle est déterminée lors de l'atteinte de la FC max à SV1 et à SV2.

Test de détente verticale

Le test de détente verticale (exprimée en centimètres) permet d'apprécier la puissance maximale anaérobie alactique (PMAA) des membres inférieurs, nécessaire pour réussir des manœuvres explosives dans les portions les plus critiques des vagues comme l'exigent les critères de jugement actuels du surf professionnel. L'évaluation est bipodale, unipodale droite et gauche, à trois reprises, et le meilleur essai est enregistré. Il s'agit d'un saut vertical, sans élan avec une légère flexion préalable des genoux contre mouvement qui étire et met en tension les extenseurs de la cuisse. Le mouvement des bras est autorisé. Nous utilisons un appareil TK 100 Jumpmetre[®] à affichage digital. Le sujet porte une ceinture reliée à un tapis en caoutchouc.

¹ Validée pour les deux sexes [14] et en particulier chez les jeunes sportifs [15].

² Pouvant être considérée comme la méthode de référence y compris chez les sportifs [16,17].

Recherche des paramètres associés à la performance en surf

À partir des épreuves d'effort de 2010 à 2015 de nos surfeurs de sexe masculin, nous allons rechercher les paramètres déterminants pour la performance avec pour critère de jugement le classement fédéral national. Nous étudierons les paramètres biométriques (taille, poids, IMC, pourcentage de masse grasse) constitutionnels (âge) et physiologiques à l'effort : VO₂ max, PMA, PMAA, pourcentage de la FC max à SV1 et à SV2 quant à leur éventuel impact sur la performance.

Analyse statistique

L'analyse statistique des variables quantitatives entre groupes a été réalisée par un test de Student. Pour étudier spécifiquement l'association entre les différents paramètres et la performance, nous avons utilisé le test de corrélation de Spearman dans lequel le coefficient r_s est calculé par séries de données appariées X/Y, X étant le classement fédéral national et Y les variables explorées. Tous les résultats sont considérés comme significatifs pour un risque alpha inférieur à 5 % exprimé par une valeur de p inférieure à 0,05.

Résultats

Un échantillon de surfeurs composé de 48 hommes et de 19 femmes âgés de 15 à 27 ans a été testé entre 2010 et

2015 et comparé avec un groupe historique de 36 hommes et 4 femmes (âges extrêmes : 15-29 ans) apparié qui avait été évalué entre 2000 et 2005.

Évolution anthropométrique (Tableau 1)

Si on compare nos deux échantillons de surfeurs testés à dix ans d'intervalle, chez les hommes, pour une moyenne d'âge similaire, on note essentiellement une diminution significative du pourcentage de masse grasse (-15 % ; $p < 0,05$). Chez les femmes, l'échantillon le plus récent a une moyenne d'âge très inférieure (17,6 vs. 24 ans), ce qui induit un biais pour l'interprétation des résultats (diminution des paramètres physiologiques âge-dépendant) ; on remarque cependant aussi une baisse notable du pourcentage de masse grasse (-10,7 %). La moyenne d'IMC de nos surfeurs est inférieure à celle de la population générale française dans les deux sexes. On note une réduction du dimorphisme sexuel dans notre échantillon 2010-2015.

Évolution des caractéristiques physiologiques à l'effort

Consommation maximale d'oxygène (Tableau 2)

Le VO₂ max est en augmentation en dix ans chez les surfeurs étudiés, hommes comme femmes (respectivement de 10,16 % ; $p < 0,05$ et de 9,53 %). Le VO₂ à SV1 a davantage progressé que celui à SV2 (+11,90 vs. +2,60 %) à la fois chez les hommes et chez les femmes (+4,89 vs. -3,00 %).

Tableau 1 Âge et caractéristiques biométriques de surfeurs de haut niveau : données comparatives entre deux échantillons évalués à dix ans d'intervalle (sont indiquées les moyennes et entre parenthèses les écarts-types) / *Age and biometric characteristics of high-level surfers: comparative data for two samples assessed at a 10-year interval (mean values, with standard deviation in parentheses)*

Hommes				
	2000 à 2005 ($n = 36$) [13]	2010 à 2015 ($n = 48$)	Évolution (%)	Valeur de p
Âge (années)	17,6 (3,6)	17,55 (3,65)	-0,28	n.s
Taille (cm)	174,0 (5,26)	172,64 (7,5)	-0,78	n.s
Poids (kg)	67,0 (5,06)	62,4 (9,1)	-6,86	< 0,05
IMC (kg/m ²)	21,88 (1,71)	20,83 (1,93)	-4,79	n.s
% masse grasse	9,49 (2,24)	8,05 (2,67)	-15,17	< 0,05
Population générale 2006 [22] : taille : 175,6 m ; poids : 77,4 kg ; IMC : 25 kg/m ²				
Femme^a				
	2000 à 2005 ($n = 4$) [13]	2010 à 2015 ($n = 19$)	Évolution (%)	
Âge (années)	24,0 (6,9)	17,68 (0,7)	-26,33	
Taille (cm)	165,0 (4,39)	167,47 (12,02)	+1,5	
Poids (kg)	57,0 (3,61)	59,38 (7,35)	+4,17	
IMC (kg/m ²)	21,15 (1,65)	21,16 (0,44)	+0,04	
% masse grasse	19,5 (3,25)	17,4 (2,60)	-10,77	
Population générale 2006 [22] : taille : 162,5 m ; poids : 62,4 kg ; IMC : 23,9 kg/m ² (IMC : indice de masse corporelle) ; n.s : non significative				
^a Du fait de la faiblesse des effectifs la valeur de p n'a pas été calculée				

Puissance maximale aérobie (PMA) (Tableau 3)

Elle est comparable par rapport à l'échantillon antérieur chez les hommes (variation de +1,70 %) et diminuée chez les femmes (-7,33 %). On note toutefois, de même que pour le VO₂, une puissance maximale à SV1 en progression chez l'homme (+5,67 %), tandis qu'elle diminue chez la femme (-8,02 %).

Les paramètres à SV2 sont stables chez les hommes et en nette baisse chez les femmes (respectivement -1,60 et -13,44 %).

Pourcentages de fréquence cardiaque maximale aux SV1 et SV2 (Tableau 4)

Ils varient peu dans les deux sexes.

Tableau 2 VO₂ max et VO₂ à SV1 et à SV2 de surfers de haut niveau : données comparatives entre deux échantillons évalués à dix ans d'intervalle (sont indiquées les moyennes et entre parenthèses les écarts-types) / *VO₂ max and VO₂ at SV1 and SV2 of high-level surfers: comparative data for two samples assessed at a 10-year interval (mean values plus standard deviation under parentheses)*

Hommes				
	2000 à 2005 (n = 36) [13]	2010 à 2015 (n = 48)	Évolution (%)	Valeur de p
VO ₂ max (ml/kg/min)	48,72 (4,5)	53,67 (7,01)	+ 10,16	< 0,05
VO ₂ à SV1 (ml/kg/min)	32,09 (2,83)	35,91 (5,09)	+ 11,90	< 0,05
VO ₂ à SV2 (ml/kg/min)	41,95 (3,96)	43,07 (5,53)	+2,60	n.s
Femmes^a				
	2000 à 2005 (n = 4) [13]	2010 à 2015 (n = 19)	Évolution (%)	
VO ₂ max (ml/kg/min)	40,2 (8,18)	44,03 (1,13)	+9,53	
VO ₂ à SV1 (ml/kg/min)	28,42 (6,86)	29,81 (1,97)	+4,89	
VO ₂ à SV2 (ml/kg/min)	36,83 (7,64)	35,4 (3,18)	-3,00	

VO₂ : consommation d'oxygène par un travail des membres supérieurs ; SV1 : seuil aérobie (adaptation respiratoire) ; SV2 : seuil anaérobie (inadaptation respiratoire) ; n.s : non significative

^a Du fait de la faiblesse des effectifs la valeur de p n'a pas été calculée

Tableau 3 Puissances aérobies (maximales, à SV1 et à SV2) de surfers de haut niveau : données comparatives entre deux échantillons évalués à dix ans d'intervalle (sont indiquées les moyennes et entre parenthèses les écarts-types) / *Anaerobic power (maximum at SV1 and SV2) of high-level surfers: comparative data for two samples assessed at a 10-year interval (mean values, with standard deviation in parentheses)*

Hommes				
	2000 à 2005 (n = 36) [13]	2010 à 2015 (n = 48)	Évolution (%)	Valeur de p
PMA (W/kg)	2,84 (0,62)	2,79 (0,32)	-1,7	n.s
P/m à SV1 (W/kg)	1,93 (0,32)	2,04 (0,28)	+5,67	n.s
P/m à SV2 (W/kg)	2,49 (0,27)	2,45 (0,26)	-1,6	n.s
Femmes^a				
	2000 à 2005 (n = 4) [13]	2010 à 2015 (n = 19)	Évolution (%)	
PMA (W/kg)	2,59 (0,45)	2,4 (0,23)	-7,33	
P/m à SV1 (W/kg)	1,87 (0,44)	1,72 (0,24)	-8,02	
P/m à SV2 (W/kg)	2,38 (0,36)	2,06 (0,26)	-13,44	

PMA : puissance maximale aérobie des membres supérieurs rapportée au poids ; P/m : puissance des membres supérieurs, rapportée au poids ; SV1 : seuil aérobie (adaptation respiratoire) ; SV2 : seuil anaérobie (inadaptation respiratoire) ; n.s : non significative

^a Du fait de la faiblesse des effectifs la valeur de p n'a pas été calculée

Détente verticale : évaluation de la puissance maximale anaérobie alactique des membres inférieurs (Tableau 5)

La détente bipodale a gagné 6,44 cm chez les hommes, soit une augmentation de 14,38 %, témoignant d'une meilleure PMAA. Cette évolution n'est pas retrouvée chez les femmes (-1,22 %). Elles ont cependant progressé en détente unipodale droite et gauche (18,09 et 7,64 %), mais de façon bien moindre que les hommes (32,32 et 28,59 %). Les surfeurs de sexe masculin ont une détente bipodale supérieure de 17 %

par rapport à leurs homologues féminins sur l'échantillon le plus récent.

Paramètres associés à la performance en surf

Données anthropométriques et âge (Tableau 6)

Selon le test de Spearman, les seuls paramètres corrélés significativement au niveau du classement sont l'âge (r_s à -0,62 ; $p < 0,0000$: prédominance des sujets les plus âgés de

Tableau 4 Pourcentages de fréquence cardiaque maximale atteinte à SV1 et à SV2 de surfeurs de haut niveau : données comparatives entre deux échantillons évalués à dix ans d'intervalle (sont indiquées les moyennes et entre parenthèses les écarts-types) / *Percentage of maximum cardiac frequency at SV1 and SV2 of high-level surfers: comparative data for two samples assessed at a 10-year interval (mean values, with standard deviation in parentheses)*

Hommes				
	2000 à 2005 ($n = 36$) [13]	2010 à 2015 ($n = 48$)	Évolution (%)	Valeur de p
% FC max à SV1	84,91 (2,76)	87,42 (4,60)	+3,3	n.s
% FC max à SV2	94,56 (1,91)	95,12 (2,84)	+1,13	n.s
Femmes^a				
	2000 à 2005 ($n = 4$) [13]	2010 à 2015 ($n = 19$)	Évolution (%)	
% FC max à SV1	86,91 (1,82)	89,45 (2,39)	+2,92	
% FC max à SV2	95,14 (1,43)	95,2 (0,54)	+0,06	

% FC max : pourcentage de la fréquence cardiaque maximale ; SV1 : seuil aérobie (adaptation respiratoire) ; SV2 : seuil anaérobie (inadaptation respiratoire) ; n.s : non significative

^a Du fait de la faiblesse des effectifs la valeur de p n'a pas été calculée

Tableau 5 Détentes verticales (bipodale, unipodale droite et gauche) de surfeurs de haut niveau : données comparatives entre deux échantillons évalués à dix ans d'intervalle (sont indiquées les moyennes et entre parenthèses les écarts-types) / *Vertical jump (bipodal, right and left unipodal) of high-level surfers: comparative data for two samples assessed at a 10-year interval (mean values, with standard deviation in parentheses)*

Hommes				
	2000 à 2005 ($n = 36$) [13]	2010 à 2015 ($n = 48$)	Évolution (%)	Valeur de p
db (cm)	44,76 (7,22)	51,2 (7,08)	+14,38	< 0,05
dd (cm)	25,09 (4,34)	33,2 (5,19)	+32,32	< 0,05
dg (cm)	26,19 (5,15)	33,68 (5,57)	+28,59	< 0,05
Femmes^a				
	2000 à 2005 ($n = 4$) [13]	2010 à 2015 ($n = 19$)	Évolution (%)	
db (cm)	40,13 (5,42)	42,5 (6,36)	+5,9	
dd (cm)	23,1 (2,62)	29 (0,7)	+25,54	
dg (cm)	24,35 (2,69)	28 (2,82)	+14,98	

db : détente verticale bipodale ; dd : détente verticale unipodale droite ; dg : détente verticale unipodale gauche ; n.s : non significative

^a Du fait de la faiblesse des effectifs la valeur de p n'a pas été calculée

l'échantillon aux places les plus élevées) et le poids (r_s à $-0,41$; $p < 0,0001$: surfeurs les plus lourds en haut du classement).

Caractéristiques physiologiques à l'effort (Tableau 6)

À l'exception du VO_2 max (et du SV2), tous les paramètres physiologiques étudiés semblent significativement corrélés à la performance : PMA, puissance maximale à SV1 et à SV2, pourcentages de FC aux SV1 et SV2, et PMAA. La puissance maximale à SV1 et à SV2 et la détente bipodale (PMAA) représentent ici les paramètres physiologiques les plus déterminants avec des valeurs de p extrêmement basses.

Tableau 6 Facteurs associés à la performance en surf selon le test de corrélation de Spearman dans notre cohorte de 48 surfeurs de sexe masculin / <i>Performance-related factors in surfing according to Spearman's correlation test: data from our cohort of 48 male surfers</i>		
Paramètres étudiés	Indice r_s	Valeur de p
Âge ^a	-0,62	0,000000
Caractéristiques anthropométriques		
Taille	-0,19	0,07
Poids ^a	-0,41	0,0001
IMC	-0,26	0,08
% de masse grasse	-0,01	0,88
Caractéristiques physiologiques		
VO_2 max	0,007	0,94
Seuil ventilatoire aérobie 1 (SV1) ^a	-0,23	0,03
Seuil ventilatoire aérobie 2 (SV2)	-0,18	0,09
Fréquence cardiaque maximale à SV1 (%) ^a	-0,22	0,04
Fréquence cardiaque maximale à SV2 (%) ^a	-0,30	0,004
Puissance maximale aérobie (PMA) ^a	-0,27	0,01
Puissance maximale à SV1 ^a	-0,49	0,000002
Puissance maximale à SV2 ^a	-0,54	0,0000002
Puissance maximale anaérobie alactique des membres inférieurs (test de détente verticale) ^a	-0,52	0,000004
^a Paramètres avec significativité statistique		

Discussion

Limites et biais d'une telle étude

Un certain nombre d'éléments sont à considérer avant de discuter les résultats obtenus dans cette étude. Tout d'abord, le surf constitue une discipline complexe requérant des aptitudes techniques et psychologiques (non explorées ici) en plus de qualités physiques particulières. L'âge est un paramètre important dans l'interprétation de bon nombre de données anthropométriques et physiologiques, ce d'autant plus que certains individus de notre échantillon sont encore adolescents, alors que d'autres sont de jeunes adultes. Les sujets de sexe féminin étant ici en faible nombre et d'âge moyen très différent aux deux périodes explorées, nous n'avons pas pu interpréter leurs résultats sur le plan statistique ni évaluer l'impact des différents paramètres sur la performance. Nous avons tenu à rapporter les données les concernant, car celles-ci sont rares comme le déplorait une étude publiée récemment [21]. Néanmoins, on peut dire que très probablement la baisse des résultats des explorations physiologiques, retrouvée chez les filles dans l'échantillon le plus récent (contrastant avec les progrès enregistrés chez les garçons), est explicable essentiellement par la grande différence d'âge avec la cohorte la plus ancienne. Nos conclusions sont exploitables dans le contexte de nos surfeurs nationaux et non forcément applicables à d'autres pratiquants à travers le globe tout en tenant compte des outils utilisés (variations interobservateurs et entre les méthodes). Notre étude a cependant l'avantage de décrire sans biais de sélection les caractéristiques de nos jeunes pratiquants de haut niveau de façon similaire aux autres séries de la littérature.

Anthropométrie et surf de haut niveau

Les diverses caractéristiques anthropométriques observées chez les pratiquants sportifs de haut niveau sont, selon Norton et Olds [2], la résultante d'une « optimisation morphologique » liée à la sélection naturelle et à l'entraînement. Les femmes de notre étude sont plus grandes que celles de la population générale en 2014 (164,9 cm) [22]. Cependant, l'échantillon féminin testé entre 2000 et 2005 ne comportant que quatre personnes, les résultats comparatifs doivent être interprétés avec prudence. Les hommes en revanche sont en dessous de la moyenne concernant la taille et le poids (Tableau 1). Ils sont de même poids et de même taille que dans une étude similaire publiée en 2013 [23]. On constate donc une réduction du dimorphisme sexuel du point de vue anthropométrique chez les pratiquants de surf à haut niveau. L'évolution du profil moyen féminin tend donc vers des surfeuses de plus en plus athlétiques, certainement en lien avec l'exigence de puissance musculaire permettant de faire la différence dans cette catégorie. Il existe un engouement

croissant des filles pour cette discipline, comme en témoignent l'accroissement du nombre des surfeuses et la baisse de leur moyenne d'âge au niveau de notre échantillon le plus récent (Tableau 1). Chez les sportifs, l'IMC ne constitue qu'un indicateur global [24] qui ne discerne pas les proportions de masse grasse, musculaire ou osseuse. Dans cette population, l'IMC sera surestimé compte tenu de la masse grasse faible [25]. En comparaison avec les surfeurs et surfeuses internationaux antérieurs, on retrouve cette tendance à l'augmentation de l'IMC pour une diminution du taux de masse grasse. Le faible pourcentage de masse grasse constaté chez nos surfeurs par rapport à la population générale est un phénomène recherché dans tous les sports de haut niveau avec forte composante d'endurance [26,27]. Il varie dans la littérature chez les surfeurs entre 10,5 et 22 % selon la mesure des plis cutanés que nous avons utilisée ici [28,29]. La technique d'absorptiométrie par scanner retrouve des résultats similaires [30]. Le pourcentage de masse grasse constitue un paramètre important de niveau d'entraînement et prédictif de la performance dans les sports d'endurance comme par exemple chez les coureurs à pied de fond [26]. Il est significativement plus bas chez les surfeurs professionnels par rapport à des pratiquants de niveau intermédiaire [31]. Cependant, il ne constitue pas dans notre étude un élément déterminant pour la performance, car le surf n'est pas un pur sport d'endurance [21]. Il a été même suggéré qu'un certain taux de masse grasse pourrait constituer une réponse adaptative à la pratique du surf en eau froide [28,29]. On peut constater que les surfeurs de notre étude ont un pourcentage de masse grasse moindre que les professionnels de triathlon, pour un IMC plus élevé chez les hommes (Tableau 8). Les sportifs étudiés dans notre échantillon, hommes ou femmes, sont plus jeunes que les catégories de professionnels comparées, cela traduisant un biais de recrutement au niveau du surf. Les paramètres biométriques et physiologiques doivent bien sûr être interprétés en tenant compte de l'âge. Celui-ci joue un rôle déterminant dans la performance, la moyenne d'âge des surfeurs les mieux classés étant très significativement supérieure à celle des autres individus situés plus bas dans la hiérarchie (Tableau 7). Cela peut paraître évident pour un échantillon comportant une majorité d'individus encore en phase de croissance et dont les paramètres physiologiques à l'effort sont appelés à s'améliorer avec le temps (tout comme les qualités techniques et stratégiques qui ne sont pas étudiées ici). La distance moyenne des caractéristiques biométriques des sportifs de haut niveau par rapport à la population générale détermine le pool potentiel de pratiquants [2]. Les caractères taille, poids, IMC de nos surfeurs des deux sexes sont proches de ceux d'une grande partie de la population de jeunes Français à l'opposé de sports beaucoup plus sélectifs comme par exemple le basket ou le rugby qui sont associés à un recrutement beaucoup plus large sur le plan géographique [32]. Les kayakistes et

canoëistes de course en ligne sont par exemple plus grands et plus lourds (Tableau 8), ces sports demandant davantage de puissance et une certaine longueur du « bras de levier ». La masse musculaire est augmentée sans majoration significative du poids corporel du fait de la diminution de la masse grasse ces dernières années. Cette évolution est le témoin d'une préparation physique de plus en plus présente dans la discipline. L'évolution du morphotype des sportifs professionnels ainsi que leurs capacités physiologiques à l'effort ont été constatées dans de nombreuses spécialités comme en particulier dans le rugby professionnel [32]. Pour trouver les individus les plus adaptés à leur activité se met en place un véritable processus de sélection « darwinienne ». Les tailles les plus faibles sont requises pour la gymnastique [33,34], les plus élevées au volley-ball [35], au basket ou au saut en hauteur. En rugby, les individus de taille et de poids élevés sont recherchés, et il a été retrouvé un parallélisme entre ces paramètres et la performance des équipes dans les compétitions internationales [32]. À côté des paramètres taille, poids, IMC et pourcentage de masse grasse utilisés dans la majorité des études, certains auteurs ont évalué le somatotype (degré d'endo-, d'ecto- et de mésomorphie) pour l'approche anthropométrique des sportifs de haut niveau [33,34] y compris les surfeurs [28,31].

Caractères physiologiques à l'effort et performance en surf

On doit souligner d'emblée qu'il existe en surf une grande variabilité de la performance par rapport par exemple à la course à pied, à la natation ou à l'haltérophilie. En effet, à côté des aptitudes intrinsèques (physiques et techniques) du compétiteur interviennent des facteurs extérieurs qui se modifient constamment comme en particulier les conditions de vague [36]. Cela fait que les résultats en surf sont moins prévisibles que pour les autres disciplines citées plus haut. C'est donc un élément important qui pondère les résultats de notre étude. Les caractéristiques physiologiques du surfeur de haut niveau se sont modifiées sur ces dix dernières années. On observe ici une augmentation de quasiment tous les paramètres explorés. On note en tête un net progrès de la détente des membres inférieurs, le surf étant un sport nécessitant plus d'explosivité depuis l'adoption en 2005 des nouveaux critères d'évaluation en compétition. La détente verticale associée à la PMAA représente le paramètre physiologique qui a le plus progressé en dix ans chez nos surfeurs (Tableau 5) et que nous retrouvons fortement corrélé à la performance (Tableau 6) comme l'ont attesté d'autres études [31,37-39]. La PMAA est le support physiologique permettant l'exécution des manœuvres aériennes qui constituent désormais l'élément majeur dans l'attribution des points en compétition [40]. La moyenne de notre échantillon se situe au-dessus des résultats obtenus dans des séries

Tableau 7 Âge et caractéristiques biométriques de sportifs de haut niveau de sexe masculin : données comparatives (moyennes) / *Age and biometric characteristics of high-level sportsmen: comparative data (means)*

Disciplines	Âge	Taille	Poids	IMCC	MG
Surf					
Surfeurs internationaux (1980) [28]	22,2	173,6	67,9	22,6	10,5
Surfeurs du classement WCT (2013) [46]	28	177,5	73,2	23,2	NC
Surfeurs juniors du Pays basque espagnol (2012) [23]	17,6	174,3	66,73	22,0	NC
Surfeurs de haut niveau de 2010 à 2015 ^a	17,55	172,64	62,4	20,83	8,05
Sports sollicitant les membres supérieurs					
Kayakistes de slalom (2007) [47]	28,1	177,0	71,7	22,8	NC
Canoéistes de slalom (2007) [47]	NC	177,0	73,1	21,9	NC
Canoë-kayakistes de course en ligne (2003) [48]	27,8	184,3	85,2	25,1	NC
Kayakistes de descente de haut niveau (2001) [49]	22,1	177,9	74,2	23,4	NC
Sports sollicitant les 4 membres					
Triathlètes de demi- <i>ironman</i> (2014) [50]	NC	177,3	75,2	23,9	8,9

NC : non calculé ; MG : masse grasse exprimée en pourcentage ; WCT : World Championship Tour constitue la division d'élite du Championnat du monde professionnel (top 34) ; Triathlon *ironman* : nom donné au plus grand format de la discipline

^a Présente étude

Tableau 8 Données comparatives du VO₂ max entre surf et autres sports (moyennes) / *Comparative data for VO₂ max between surfing and other sports (means)*

Disciplines	Âge	VO ₂ max
Surf		
Surfeurs australiens (1989) [12]	20,7	40,4
Surfeurs de haut niveau de 2000 à 2005 [13]	17,6	48,7
Surfeurs pro de niveau européen (2005) [29]	25,6	50
Surfeurs australiens pro catégorie junior (2010) [51] (52)	18	39,5
Surfeurs de haut niveau (2012) [11]	23	44
Surfeurs de haut niveau de 2010 à 2015 (notre étude)	17,55	53,6
Surfeurs du WCT (2018) [21]	18,8	40,71
Sports sollicitant les membres supérieurs		
Kayakistes de l'équipe de France (1991) [52]	NC	58,1
Canoéistes de l'équipe de France (1991) [52]	NC	52,2
Pratiquants de sauvetage côtier (1997) [53]	21	40,4
Pratiquants de <i>stand-up paddle</i> ^a (2016) [54]	NC	43,7
Sports sollicitant les 4 membres		
Nageurs de haut niveau (1991) [52]	NC	60,5
Décathloniens de haut niveau (1991) [52]	NC	58,1

NC : non calculé ; pro: niveau professionnel ; WCT : World Championship Tour constitue la division d'élite du Championnat du monde professionnel (top 34)

^a Sport qui consiste à pagayer debout sur une planche de surf de grande dimension

de surfeurs australiens, mais très en dessous des résultats des volleyeurs (Tableau 9). Ce paramètre est utilisé en Australie comme critère sélectif pour intégrer l'équipe nationale de surf [38]. Une étude réalisée chez des volleyeurs n'a pas retrouvé de corrélation entre détente et âge [41] ; les différences d'âges observées dans notre échantillon ne constituent donc probablement pas un biais influençant la PMAA. On retrouve ici une différence de 17 % de PMAA entre les deux sexes contre 27 % dans une série publiée [42]. Le développement de la PMAA des membres inférieurs et supérieurs est un élément fondamental dans l'entraînement du surfeur (augmentation de la masse musculaire et de l'explosivité : squats avec charge, pliométrie, développé couché, pompes sautées, etc.). L'importance retrouvée ici de paramètres explorant le potentiel anaérobie comme la puissance et la fréquence cardiaque à SV2 dans la performance confirme le rôle essentiel de cette filière dans les séquences d'activité physique présentes dans le surf de compétition comme cela a déjà été relevé dans d'autres études [11,43].

Le surf à haut niveau nécessite également une certaine capacité aérobie. Le VO₂ max est particulièrement élevé chez les pratiquants de sports d'endurance comme le cyclisme ou l'aviron [19]. Nos résultats de VO₂ max obtenus à partir d'une épreuve d'effort sont comparés à ceux issus d'autres catégories de sportifs de haut niveau dans le tableau 8. Dans ce tableau, les épreuves d'effort concernant les surfeurs et les sports sollicitant les membres supérieurs ont toutes été réalisées sur les membres supérieurs (en utilisant un cycloergomètre ou un ergomètre de kayak modifié). Le VO₂ max obtenu ici est donc supérieur en moyenne aux valeurs obtenues dans les séries publiées de surfeurs (Tableau 8). Cette différence est

Tableau 9 Données comparatives concernant la détente verticale entre surf et autres sports (moyennes) / *Comparative data for vertical jumping between surfing and other sports (means)*

Disciplines	Détente bipodale (cm)
Surf	
Surfeurs internationaux australiens (2013) [55]	40
Surfeurs de l'équipe nationale d'Australie (2015) [38]	49
Surfeurs internationaux australiens (2016) [56]	51
Surfeurs de haut niveau de 2010 à 2015 (notre étude)	51,2
Divers	
Volleyeurs de haut niveau (1999) [41]	71,7
Athlètes de puissance : sprint, saut en hauteur (1991) [57]	38,5
Athlètes de course d'endurance de 17 à 26 ans (1991) [57]	32,9
Footballeurs de 18 ans de niveau national (1992) [58]	38,4
Footballeurs de 14 à 20 ans (1990) [59]	47

le témoin en partie de la qualité physique des surfeurs français. En 1991, Jousselein et al. [44] avaient fait des recueils sur 679 sportifs de haut niveau de 14 à 19 ans et comparé 13 sports rangés par ordre croissant en fonction du VO_2 max. Le VO_2 max, quelle que soit la discipline, était toujours supérieur à celui du sédentaire. Comme dans des études publiées antérieurement, nous n'avons pas relevé de corrélation entre le VO_2 max et la performance chez nos surfeurs de haut niveau [11,43,45]. Le VO_2 max a cependant été retrouvé significativement plus élevé chez les pratiquants de haut niveau que chez les pratiquants du surf loisir [21]. Il convient donc d'avoir un taux minimal de VO_2 max pour le surf de haut niveau, mais au-delà de ce prérequis, il n'y a pas de bénéfice net à améliorer ce paramètre (l'endurance n'est pas la caractéristique unique associée à cette pratique). Les variables aérobies ne sont pas cependant à négliger, car la FC max à SV1 et la PMA apparaissent ici significativement associées au classement fédéral (Tableau 6). Les programmes d'entraînement propres à chaque discipline favorisent l'amélioration des filières énergétiques mises en jeu. Les facteurs conditionnant le degré de performance ne sont pas identiques selon le sexe comme démontré par exemple chez les triathlètes pratiquant l'*ironman* [27]. Considérant les différences biologiques observées entre les deux sexes chez les individus pratiquant le surf à haut niveau [42], on ne peut donc pas extrapoler nos résultats au surf féminin.

Tableau 10 Paramètres associés à la performance en surf et propositions de méthodes de suivi et d'entraînement / *Performance-related parameters in surfing and proposals for follow-up and training methods*

Paramètres associés à la performance dans notre étude	Sollicitation en surf	Méthodes d'évaluation	Entraînement
Puissance maximale anaérobie alactique des membres inférieurs	<ul style="list-style-type: none"> • Explosivité • Manœuvres • Figures 	Test de détente ± combiné avec SJ et IMTP avec réévaluation à 3 mois d'entraînement grâce au rapport de puissances mesurées au test de détente et au IMTP	<ul style="list-style-type: none"> • Renforcement musculaire • Squats avec charge (1 à 3 RM) • Statodynamique • Pliométrie
Puissance et fréquence cardiaque à SV2	Rame anaérobie (sprint)	Épreuve d'effort maximale progressive	<ul style="list-style-type: none"> • Séances de sprint à la rame en HIIT en utilisant cardiofréquencemètre ou VMA
Puissance et fréquence cardiaque à SV1	Rame aérobie	Épreuve d'effort maximale progressive	<ul style="list-style-type: none"> • Endurance à la rame sur 400 m • HIIT
Puissance maximale aérobie	Endurance à la rame	<ul style="list-style-type: none"> • Épreuve d'effort maximale progressive • Parcours de rame/crawl sur 400 m 	<ul style="list-style-type: none"> • Endurance à la rame sur 400 m • HIIT série de sprint à la rame de 30 s • Musculation des membres supérieurs

SJ : *Squat Jump* : consiste à sauter avec pour position de départ une flexion des genoux ; IMTP : *Isometric Mid Thigh Pull* : tirage vertical contre résistance d'une barre fixe placée au niveau des cuisses ; RM : *Repetition Maximum* ; HIIT : *High Intensity Interval Training*

Application au suivi et à l'entraînement des surfeurs de haut niveau

Au total, l'évaluation de l'importance d'un certain nombre de paramètres physiologiques vis-à-vis de la performance, rapportée ici, nous conduit à proposer des méthodes d'évaluation et d'entraînement spécifiques au surfeur de haut niveau (Tableau 10). Ces propositions tiennent compte du rôle respectif des filières aérobies au niveau des membres supérieurs (surtout impliqués dans la phase de rame pour accéder à la vague) et anaérobies au niveau des membres inférieurs (lors de la *take-off* et de l'exécution des figures) et du paramètre clé « puissance » des membres supérieurs (accélération à la rame au moment de prendre la vague) et inférieurs (garante de l'explosivité lors de l'évolution sur la vague) dans la pratique du surf de compétition. Sans négliger le travail foncier, il semble important d'orienter la préparation physique sur les capacités anaérobies (puissance maximale sur des efforts brefs du haut du corps, mais également sur la puissance des membres inférieurs qui conditionne la qualité de l'évolution sur la planche et donc le rang de classement en compétition). À cet égard, des approches de type *high intensity interval training* ou *squat jump* semblent particulièrement séduisantes (Tableau 10). La puissance, et donc le volume musculaire corrélé au poids, sont impliqués dans la performance et doivent être développés (Tableaux 6 et 10).

Conclusion

Comme dans la pratique à haut niveau d'autres disciplines sportives, le surf concentre des individus aux caractéristiques anthropométriques et physiologiques optimales vis-à-vis de la performance. En rapport avec les exigences actuelles du circuit professionnel, les surfeurs présentent des paramètres fonctionnels (capacité aérobie minimale, paramètres anaérobies, puissance) qui conditionnent leur niveau de classement et qui donc peuvent être suivis et développés dans le cadre de programmes spécifiques d'entraînement. Ces éléments purement biologiques ne constituent cependant qu'une partie des ingrédients requis pour accéder au sommet de la hiérarchie.

Liens d'intérêts : Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

References

- Cavalli-Sforza LL, Menozzi P, Piazza A (1994) The history and geography of human genes. Princeton University Press, Princeton, USA, 1 088 p
- Norton K, Olds T (2004) Anthropometrica: a textbook of body measurement for sports and health courses. 4th edition. UNSW Press, Sydney, Australia 421 p
- GIP littoral aquitain (2017) Diagnostic de la filière surf, 64 p. (www.littoral-aquitain.fr/sites/default/files/upload/pdf/PP/rapport_diag_surf_vf.pdf)
- Douda HT, Toubekis AG, Avioniti AA, Tokmakidis SP (2008) Physiological and anthropometric determinants of rhythmic gymnastics performance. *Int J Sports Phys Perf* 3:41–54
- Mermier CM, Janot JM, Parker DL, Swan JG (2000) Physiological and anthropometric determinants of sport climbing performance. *Br J Sports Med* 34:359–65
- Fédération française de surf (page consultée le 2 février 2016). Règlement sportif 2015 [en ligne]. http://www.surfingfrance.com/images/Statuts_Reglements/Reglement%20sportif%202015.pdf 39
- Meir RA, Lowdon BJ, Davie AJ (1991) Heart rates and estimated energy expenditure during recreational surfing. *Aust J Sci Med Sport* 23:70–4
- Mendez-Villanueva A, Bishop D, Hamer P (2006) Activity profile of world-class professional surfers during competition: a case study. *J Strength Cond Res* 20:477–82
- Farley O, Harris NK, Kilding AE (2012) Physiological demands of competitive surfing. *J Strength Cond Res* 26:1887–96
- Secomb JL, Sheppard JM, Dascombe BJ (2015) Time-Motion Analysis of a Two Hour Surfing Training Session. *Int J Sports Physiol Perform* 10:17–22
- Farley O, Harris NK, Kilding AE (2012) Anaerobic and aerobic fitness profiling of competitive surfers. *J Strength Cond Res* 26:2243–48
- Lowdon BJ, Bedi JF, Horvath SM (1989) Specificity of aerobic fitness testing of surfers *Aust J Sci Med Sport* 21:7–10
- Dubois H (2005) Étude du suivi physiologique de surfeurs de haut niveau pendant cinq ans. Thèse de doctorat en médecine, université de Bordeaux
- Peterson MJ, Czerwinski SA, Siervogel RM (2003) Development and validation of skin fold thickness prediction equations with a 4-compartment model. *Am J Clin Nutr* 77:1186–91
- Hodgdon JA, Friedl KE, Beckett MB, et al (1996) Use of bioelectrical impedance analysis measurements as predictors of physical performance. *Am J Clin Nutr* 64:463–8
- Modlesky CM, Cureton KJ, Lewis RD, et al (1996) Density of the fat-free mass and estimates of body composition in male weight trainers. *J Appl Physiol* 80:2085–96
- Siri WE (1993) Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. 1961. *Nutrition* 9:480–91
- Medelli J (2002) Position de consensus de la Société française de médecine du sport concernant la directive n° 000149 du 3 avril 2001 sur les épreuves d'effort des sportifs de haut niveau. *Sci Sports* 17:48–50
- Kenney L, Wilmore J, Costill D (2015) Physiology of sport and exercise. 6th edition. Human Kinetics, Champaign, USA, 648 p
- Wasserman K, Whipp BJ, Koysl SN, Beaver WL (1973) Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. *J Appl Physiol* 35:236–43
- Furness J, Hing W, Sheppard JM, et al (2018) The physiological profile of male competitive and recreational surfers. *J Strength Cond Res* 32:372–8
- Synthèse textile habillement (2006) FITH n° 12 hors-série février 2006
- Fernandez-Lopez JR, Camara J, Maldonado S, Rosique-Gracia J (2013) The effect of morphological and functional variables on ranking position of professional junior Basque surfers. *Eur J Sport Sci* 13:461–7
- Pineau JC (1997) Relation fonctionnelle entre la masse grasse, les plis cutanés, le déficit ou l'excédent pondéral et le « poids théorique idéal ». *CR Acad Sci - Ser III -Sci Vie* [en ligne]. Août 1997, [consulté le 9 octobre 2016]. Disponible sur Internet : <http://www.lissa.fr/rep/articles/9338000>

25. Mercier B, Mercier J, Granier P, et al (1992) Maximal anaerobic power: relationship to anthropometric characteristics during growth. *Int J Sports Med* 13:21–6
26. Legaz A, Eston R (2005) Changes in performance, skinfold thicknesses, and fat patterning after three years of intense athletic conditioning in high level runners. *Br J Sports Med* 39:851–6
27. Knechtle B, Wirth A, Baumann B, et al (2010) Differential correlations between anthropometry, training volume, and performance in male and female ironman athletes. *J Strength Cond Res* 24:2785–93
28. Lowdon BJ (1980) The somatotype of international surfboard riders. *Aust J Sports Med* 12:34–9
29. Mendez-Villanueva A, Bishop D (2005) Physiological aspects of surfboard riding performance. *Sports Med* 35:55–70
30. Nana A, Slater GJ, Hopkins WG, et al (2016) Importance of standardized DXA protocol for assessing physique changes in athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 26:259–67
31. Barlow MJ, Findlay M, Gresty K, Cooke C (2014) Anthropometric variables and their relationship to performance and ability in male surfers. *Eur J Sport Sci* 14:S171–S7
32. Bauduer F, Monchaux C, Mathieu JP (2006) Professionnalisme et rugby de haut niveau : approche anthropobiologique. *BMSAP* 18:103–11
33. Massidda M, Toselli S, Brasili P, Calo CM (2013) Somatotype of elite Italian gymnasts. *Coll Antropol* 37:853–7
34. Taboada-Iglesias Y, Gutierrez-Sanchez A, Vernetta Santana M (2016) Anthropometric profile of elite acrobatic gymnasts and prediction of role performance. *J Sports Med Phys Fitness* 56:433–42
35. Zadraznik M, Dervisevic E (2011) Level of play related anthropometric differences in volleyball players. *Br J Sports Med* 45:533–49
36. Mendez-Villanueva A, Mujika I, Bishop D (2010) Variability of competitive performance assessment of elite surfboard riders. *J Strength Cond Res* 24:135–9
37. Sheppard JM, Nimphius S, Haff GG, et al (2013) Development of a comprehensive performance-testing protocol for competitive surfers. *Int J Sports Physiol Perform* 8:490–5
38. Tran TT, Lundgren L, Secomb J, et al (2015) Comparison of physical capacities between nonselected and selected elite male competitive surfers for the National Junior Team. *Int J Sports Physiol Perform* 10:178–82
39. Fernandez-Gamboa I, Yanci J, Granados C, Camara J (2016) Comparison of anthropometry and lower limb power qualities according to different levels and ranking position of competitive surfers. *J Strength Cond Res* 31:2231–37
40. Ferrier B, Sheppard J, Farley ORL, et al (2018) Scoring analysis of the men's 2014, 2015 and 2016 World Championship Tour of surfing: the importance of aerial manoeuvres in competitive surfing. *J Sports Sci* 36:2189–95
41. Dauty M, Hamon D, Danion H, et al (1999) Corrélation de la détente verticale avec la souplesse et la force des quadriceps et ischiojambiers. *Sci Sports* 14:71–6
42. Parsonage JR, Secomb JL, Tran TT, et al (2017) Gender differences in physical performance characteristics of elite surfers. *J Strength Cond Res* 31:2417–22
43. Minahan CL, Pirera DJ, Sheehan B, et al (2016) Anaerobic energy production during sprint paddling in junior competitive and recreational surfers. *Int J Sports Physiol Perform* 11:810–5
44. Jousselein E, Desnus B, Fraisse F, et al (1990) La consommation maximale d'oxygène des équipes nationales françaises de 1979 à 1988 (sportifs de plus de 20 ans). *Sci Sports* 5:39–45
45. Mendez-Villanueva A, Perez-Landaluce J, Bishop D, et al (2005). Upper body aerobic fitness comparison between two groups of competitive surfboard riders. *J Sports Sci Med* 8:43–51
46. Association of Surfing Professionals (page consultée le 9 octobre 2015). World Championship Tour 2013 personal profiles [en ligne]. <http://www.worldsurfleague.com/athletes/tour/mct?year=2013>
47. Ridge BR, Broad E, Kerr DA, Ackland TR (2007) Morphological characteristics of Olympic slalom canoe and kayak paddlers. *Eur J Sport Sci* 7:107–13
48. Ackland TR, Ong KB, Kerr DA, Ridge B (2003) Morphological characteristics of Olympic sprint canoe and kayak paddlers. *J Sci Med Sport* 6:285–94
49. Leveque JM, Brisswalter J, Bernard O, Goubault C (2001) Évaluation des caractéristiques physiologiques des kayakistes de descente de haut niveau de performance. *Sci Sports* 16:23–8
50. Gilinsky N, Hawkins KR, Tokar TN, Cooper JA (2014) Predictive variables for half-Ironman triathlon performance. *J Sci Med Sport* 17:300–5
51. Loveless DJ, Minahan C (2010) Peak aerobic power and paddling efficiency in recreational and competitive junior male surfers. *Eur J Sport Sci* 10:407–15
52. Fraisse F, Desnus B, Handschuh R, et al (1991) La consommation maximale d'oxygène des sportifs de haut niveau de moins de 20 ans. *Sci Sports* 6:25–35
53. Morton DP, Gustin PB (1997) Effect of high intensity board training on upper body anaerobic capacity and short-lasting exercise performance. *Aust J Sci Med Sport* 29:17–21
54. Schram B, Hing W, Climstein M (2016) Profiling the sport of stand-up paddle boarding. *J Sports Sci* 34:937–44
55. Sheppard JM, Nimphius S, Haff GG, et al (2013) Development of a comprehensive performance-testing protocol for competitive surfers. *Int J Sports Physiol Perform* 8:490–5
56. Secomb JL, Nimphius S, Farley OR, et al (2016) Lower-body muscle structure and jump performance of stronger and weaker surfing athletes. *Int J Sports Physiol Perform* 11:652–7
57. Grassi B, Cerretelli P, Narici MV, Marconi C (1991) Peak anaerobic power in master athletes. *Eur J Appl Physiol* 62:394–9
58. Guillodo Y, Sebert P, Barthelemy L (1992) Latéralité podale et détente verticale chez le footballeur de haut niveau. *Sci Sports* 7:123–4
59. Sebert P, Barthelemy L, Dietman Y, et al (1990) A simple device for measuring a vertical jump: description and results. *Eur J Appl Physiol* 61:271–3

Impact de la transmission du nom de famille par ordre alphabétique précédent

Impact of Passing on the Last Name in Precedent Alphabetical Order

P. Darlu

Reçu le 23 novembre 2017 ; accepté le 5 février 2018
© Société d'Anthropologie de Paris et Lavoisier SAS 2018

Résumé Depuis 2005, la législation française a modifié les règles de transmission du nom de famille, laissant aux parents la possibilité de transmettre à leurs enfants leurs deux noms dans l'ordre de leur choix. Cette règle s'applique également aux générations suivantes sans toutefois permettre la transmission de deux doubles noms. Dans le cas où les parents ne s'accordent pas sur leur choix ou lors d'adoption, l'ordre alphabétique peut être adopté. Si cette situation était fréquente, on s'attendrait à ce que les noms commençant par les premières lettres de l'alphabet (A, B, C, etc.) augmentent après plusieurs générations. Un modèle est ici développé pour mesurer la vitesse de cette convergence en fonction de la fréquence de ce mode particulier d'attribution du nom et en fonction du nombre de générations. Le résultat montre que, même si ce mode particulier de transmission était relativement fréquent (1 %), la convergence vers les noms commençant par A, B ou C ne serait sensible qu'après plusieurs générations. Ainsi, les noms commençant par A ne doubleraient leur fréquence qu'après 20 générations.

Mots clés Nom de famille · Transmission · Évolution

Abstract Since 2005, the French legislation allows the transmission of parental surnames to the offspring in ways that are alternative to the traditional transmission of surname of the father. The surnames of both parents can be transmitted, but a choice about their order has to be made. This choice applies to the following generations too, however, the transmission of two double-surnames is not allowed. When there is no agreement among the parents about the order of surnames, or in case of adoption, the alphabetical order can be adopted. If alphabetical surname attributions take place at a high frequency, after some generations a large proportion of family names will start with a surname whose initial letter

appears among the first one of the alphabet (A, B, C, etc.). In order to measure the time necessary for this phenomenon to take place, a mathematical model is applied here. The results show that the convergence toward the surnames beginning with A, B, or C would take several generations even with a relatively high frequency (1%) of this particular surname attribution. Thus, surnames beginning with A would double their frequency only after 20 generations.

Keywords Surname · Transmission · Evolution

Le système d'attribution des noms en Occident trouve son origine au Moyen Âge [1]. Sous la poussée des modifications sociologiques du monde moderne, le système de transmission du nom du père à ses enfants a connu récemment une profonde évolution. Ainsi, en France, la récente loi¹ de 2002 introduit la notion de *nom de famille* qui se substitue à celle usitée de nom patronymique. En application de l'article 311-21 du Code civil, « *les parents ont la faculté d'attribuer à leur premier enfant dont le double lien de filiation est établi au plus tard lors de la déclaration de naissance ou simultanément après celle-ci, soit le nom du père, soit le nom de la mère, soit leurs deux noms accolés dans l'ordre choisi par eux dans la limite d'un nom de famille pour chacun d'eux, dès lors que sa naissance est postérieure au 31 décembre 2004* ». « *En l'absence de déclaration conjointe de choix de nom, l'enfant prend le nom du père. L'absence de choix équivaut à un choix et s'impose aux autres enfants.* »²

Ces modifications ne sont pas sans conséquence du point de vue sociologique et psychologique. Elles ont été largement discutées par divers auteurs lors du changement de législation [2-5]. Avec ces modifications, le nom participe comme avant à la construction identitaire de son porteur, en restant un élément constitutif de sa vie privée et familiale,

P. Darlu (✉)
UMR7206, MNHN, CNRS, université Denis-Diderot,
Paris, France
e-mail : pierre.darlu@mnhn.fr

¹ Loi n° 2002-304 du 4 mars 2002 modifiée par la loi n° 2003-516 du 18 juin 2003 modifiée en 2005.

² <https://www.service-public.fr/particuliers/vosdroits/F10505>.

Tableau 1 Fréquence (%) d'attribution du nom des enfants selon le nom donné par les parents, pour la France [6] et le Québec [7], 10 et 15 ans après promulgation des lois respectivement (2003 et 1991). Au Québec, la distinction est faite en fonction de la langue de la mère [7] / *Frequency (%) of child's surname attribution according to the parents' surnames in France [6] and Quebec [7], 10 and 15 years after enactment of law respectively (2003 and 1991). In Quebec, the distinction is made according to the language of the mother*

		Père	Mère	Père mère	Mère père	Autres
France [6]	Dans le mariage	95,2	0,2	3,3	1,2	0,1
	Hors mariage	74,5	10,9	11,4	3	0,2
Québec [7]	Français	69,6	5,9	4,5	19,3	0,6
	Anglais	78,5	6,2	2,5	11,7	1,1

mais cela ne touche pas au fait que le nom reste avant tout un instrument de contrôle des personnes au service de l'État.

Cette loi assure désormais une égale possibilité de transmission du nom de l'homme et/ou de la femme, et le choix en revient aux seuls parents. La conséquence est de créer les conditions d'une relation privilégiée, par l'intermédiaire de la dénomination, entre l'enfant et son père ou entre l'enfant et sa mère, selon qui lui a transmis son nom. Le résultat est de maintenir une possible asymétrie dans le choix du nom à donner aux enfants, choix qui ne revient plus à l'État de décider, à la différence du système antérieur où seul le nom du père était réglementairement transmis à la descendance. C'est dorénavant aux parents d'assumer ce choix et d'en supporter les éventuelles conséquences. Ainsi, le père, la mère et les enfants peuvent ne pas partager le même nom de famille : le nom de la mère peut être celui de ses enfants, mais ne plus être celui du père et vice-versa. Même quand les enfants possèdent le double nom du père et de la mère, l'ordre dans lequel ils sont transmis aux enfants de la fratrie peut être significatif pour les enfants : plutôt le nom de la mère en premier ou celui du père ?

L'une des transformations les plus marquantes est de déplacer le signe d'appartenance familiale que procure le nom : de la verticalité de la filiation (le nom des parents se retrouve chez les enfants) à l'horizontalité de la fratrie (tous les membres de la fratrie possèdent le même nom), avec une remise en question par brassage à chaque génération, en fonction du choix de la modalité de transmission : le nom du père, celui de la mère ou des deux et selon leur ordre.

Dans la pratique, il semble que cette nouvelle législation ne bouleverse pas fondamentalement les conditions de dénomination des enfants. Les statistiques récentes de l'Insee [6] (Tableau 1) montrent que 95,2 % des conjoints, dans le cadre du mariage, donne encore le nom du père à leurs enfants. Ce pourcentage tombe à 74,5 % pour les couples hors mariage. Ces statistiques ne sont pas très différentes de celles du Québec qui changea officiellement ses règles de nomination en 1981, bien avant la France. À cette date, 90 % des enfants portaient le nom du père, pourcentage qui tombait à 70 % 15 ans plus tard chez les enfants de mères francophones et à 78 % chez ceux de mères anglophones [7].

La nouvelle proposition de loi concernant les dispositions relatives à l'adoption et au nom de famille prévoit également le cas où le choix du nom n'est pas décidé, ni par le père ni par la mère. En effet, la loi stipule que : « *En l'absence de déclaration conjointe mentionnant le choix de nom de l'enfant, celui-ci prend le nom de l'adoptant et de son conjoint ou de chacun des deux adoptants, dans la limite du premier nom de famille pour chacun d'eux, accolés selon l'ordre alphabétique.*³ »

Dans ces conditions très particulières, probablement rares, l'enfant adopté aura donc deux noms rangés par ordre alphabétique. Selon les règles de transmission, il ne transmettra à ses propres enfants que l'un des deux noms. Il est plus probable qu'il transmette le premier de ses noms et non le second, comme le démontrent les observations effectuées depuis que la nouvelle règle d'attribution est appliquée. Intuitivement, l'effet de cette primauté de l'ordre alphabétique ne peut que conduire à plus ou moins long terme à une concentration des noms commençant par les premières lettres de l'alphabet. Par exemple, si les noms des parents sont Moreau et Dupont, l'enfant pourrait s'appeler « Dupont-Moreau ». Si le nom du conjoint ou de la conjointe de cet enfant est « Baron », leur descendance pourrait s'appeler « Baron-Dupont », glissant ainsi d'un nom commençant par la lettre M à la première génération à un nom commençant par B à la troisième.

L'objet de cette note est de mesurer comment et à quelle vitesse la distribution alphabétique actuelle des noms peut se modifier par l'application de cette nouvelle règle d'attribution.

Description du modèle

Posons le vecteur des fréquences des noms commençant par Z, Y, ... B, A comme : $V = [v_Z, v_Y, v_X, \dots, v_B, v_A]$

³ Projet de loi ouvrant le mariage aux couples de personnes de même sexe (JUSC1236338L), chapitre II : Dispositions relatives à l'adoption et au nom de famille, article 2.

Notons que, pour la commodité de la démonstration, ce vecteur est écrit dans l'ordre alphabétique inverse. Le fichier Insee [8] des patronymes fournit une estimation satisfaisante de ce vecteur (Tableau 2). Supposons que la transmission du nom selon l'ordre alphabétique précédent s'applique avec une probabilité p . C'est également dire qu'avec une probabilité $(1 - p)$ la transmission se fait selon les règles classiques.

Examinons maintenant le cas d'une lettre intermédiaire, J par exemple. Avec une probabilité $(1 - p)$, la fréquence restera v_j et avec une probabilité p , la nouvelle règle s'appliquera, c'est-à-dire que le nom transmis commencera par une lettre d'ordre précédent : I, H, G...B ou A, avec une probabilité estimée par la fréquence de chacune de ces lettres, en tenant compte que les noms avec les lettres suivantes ne sont pas admis.

Autrement dit, les noms commençant par I donneront, à la génération suivante, une proportion de noms commençant par I égale à : $v'_{I \rightarrow I} = (1 - p) \times v_I$ et les noms I acquerront une proportion de nouveaux noms commençant par I et venant de lettres précédant I dans le vecteur V, Y par exemple, égale à :

$$v'_{Y \rightarrow I} = p \times v_Y \times \frac{v_I}{1 - \sum_{x=Z}^{x=Y} v_x}$$

Finalement, la nouvelle fréquence de la lettre I sera donc :

$$v'_I = (1 - p) \times v_I + \sum_{x=Z}^{x=J} v'_{x \rightarrow I}$$

À la génération suivante, le vecteur V est donc modifié en vecteur V' : $V' = [v'_Z, v'_Y, v'_X, \dots, v'_I, \dots, v'_B, v'_A]$ qui tient compte des changements de fréquence consécutifs à ces modifications d'attribution du nom.

Résultats et conclusions

La difficulté est d'évaluer la proportion p des noms doubles qui sont attribués selon l'ordre alphabétique. Ces noms sont

ceux des enfants adoptés quand ils répondent à la situation décrite par la loi (voir note 3), mais c'est aussi ceux dont les parents ont décidé par eux-mêmes de donner la préséance au nom alphabétiquement précédent. Cette proportion est probablement faible. Supposons que cette proportion soit de $p = 0,001$, ce qui correspond à l'ordre de grandeur des pourcentages de système de dénomination dit « autres » du tableau 1. Le tableau 3 donne, à titre d'exemple, la fréquence de quelques noms commençant par A, B, C, D, G, R, Z et leur évolution au bout de 20 et 100 générations. Comme on peut le voir (Tableau 3), les variations de fréquences de ces noms sont relativement faibles. Ainsi, la fréquence des noms commençant par A passe de 3,72 à 4,10 % en 20 générations puis passe à 5,77 % en 100 générations, tandis que les noms commençant par G restent relativement stables de 6,46 % en 20 générations à 6,34 % en 100 générations. En revanche, les noms commençant par R baissent de 4,27 % à 4,21 puis à 3,95 % en 20 puis 100 générations.

Les simulations ont également été réalisées pour une valeur de $p = 0,01$ (Tableau 3 et Fig. 1). Cette valeur est probablement moins réaliste que la précédente, mais elle permet de mieux saisir comment varient les fréquences par le modèle mathématique. Comme attendu, les variations de fréquences sont nettement plus marquées. Ces fréquences baissent de façon régulière, mais peu sensible en 20 générations, sauf pour les noms commençant par A, B, C ou D qui augmentent régulièrement au fil des premières générations. Lorsque le nombre de générations augmente encore, les noms commençant par B, C ou D finissent par atteindre un maximum avant de décroître au profit de la lettre A. Par exemple, pour la lettre C, les gains de fréquences dues aux noms précédents (de Z à D) n'équilibrent plus les pertes au profit des noms suivants (B et A) au bout de 44 générations. Finalement, le report des noms sur les lettres d'ordre précédent (partant de Z vers A) ne se manifeste de manière régulière que pour les noms commençant par les deux premières lettres B et A, du fait que ces lettres cumulent les effets de transmission de toutes les lettres précédentes dans l'ordre alphabétique et en raison de la plus haute fréquence des

Tableau 2 Fréquences (%) des noms en fonction de leur première lettre établies à partir du fichier Insee des patronymes (période 1891–1940) [8] / Frequency (%) of surnames according to their first letter based on the Insee file of surnames (period 1891–1940) [8]

Z	1,00	Q	0,40	H	3,20
Y	0,24	P	6,68	G	6,46
X	0,03	O	1,12	F	3,67
W	1,61	N	1,60	E	1,43
V	3,99	M	7,57	D	9,95
U	0,29	L	7,70	C	8,48
T	3,99	K	2,89	B	10,00
S	7,14	J	1,90	A	3,72
R	4,27	I	0,64		

Tableau 3 Fréquences des noms à la génération initiale ($g = 0$, voir aussi tableau 2) et après 20 et 100 générations, en fonction de la probabilité p d'application de la règle d'attribution du nom par ordre alphabétique précédent / *Surname frequencies at the first generation ($g = 0$) and after 20 and 100 generations. Depending on the probability p of the surname attribution by precedent alphabetical order*

	$g = 0$	$g = 20$		$g = 100$	
		$p = 0,001$	$p = 0,01$	$p = 0,001$	$p = 0,01$
A	3,72	4,10	8,19	5,77	37,04
B	10,00	10,25	12,21	11,18	13,72
C	8,48	8,59	9,31	8,97	8,35
D	9,95	9,98	10,10	10,08	7,61
G	6,46	6,44	6,18	6,34	4,04
R	4,27	4,21	3,63	3,95	1,78
Z	1,00	0,98	0,82	0,90	0,37

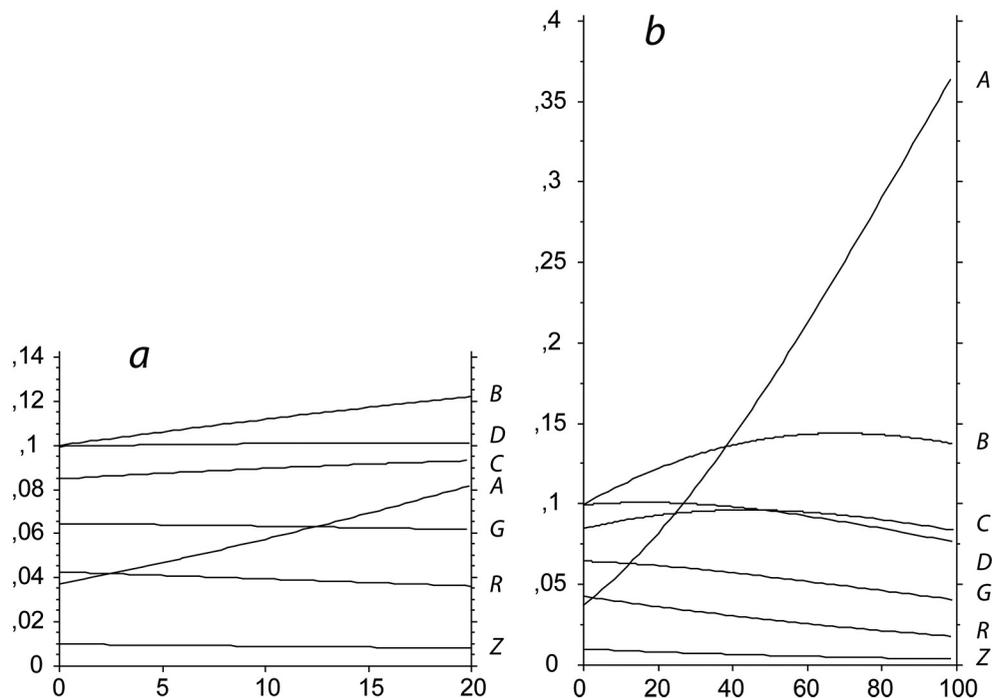


Fig. 1 Évolution des fréquences des noms en fonction de quelques lettres (A, B, C, D, G, R, Z), avant l'application de la règle de transmission (génération 0) et après 20 (1a) et 100 (1b) générations / *Evolution of the proportion of some surnames (A, B, C, D, G, R, Z), depending on their first letter before the application of the recent rule of attribution (generation 0) and after 20 (1a) and 100 (1b) generations*

lettres juste précédentes (D et C). Après 70 générations, même les noms commençant par B finissent à leur tour par baisser en fréquence. Comme les noms en A ne peuvent que gagner à leur profit les noms commençant par des lettres précédant A et qu'ils ne peuvent évidemment pas en perdre, leur fréquence augmente rapidement pour passer de 3,7 à 8,2 % en 20 générations puis à 37 % en 100 générations.

En conclusion, ces résultats montrent qu'il ne faut pas s'attendre à observer de notables modifications dans la répartition des noms par ordre alphabétique par la seule

application de cette nouvelle règle d'attribution, même si elle se faisait avec une fréquence très supérieure à celle que l'on peut actuellement estimer. D'autres facteurs, comme l'introduction de nouveaux patronymes par migration, pourraient davantage modifier la distribution initiale des noms classés selon leur première lettre, bien que d'une façon qui reste difficile à prévoir.

Liens d'intérêt : L'auteur déclare ne pas avoir de liens d'intérêt.

Références

1. Bourin M, Chareille P (2014) Noms, prénoms, surnoms au Moyen Âge. A. et J. Picard, Paris, 288 p
2. Casper MC (2005) La filiation à l'épreuve du choix : une approche clinique du nom de famille. *Prat Psychol* 1:101-11
3. Casper MC (2012) De l'acquisition à l'attribution du nom de famille, réflexions sur la transmission. *Neuropsychiatr Enfance Adolesc* 60:229-32
4. Hilt P (2012) La transmission du nom du point de vue du juriste. *Neuropsychiatr Enfance Adolesc* 60:238-42
5. Schmit G, Eutrope J (2012) Transmission dans la famille : transmission du nom, mythe familiale et construction de l'identité. *Neuropsychiatr Enfance Adolesc* 60:243-7
6. <http://insee.fr/fr/statistiques/137922>
7. Duchesne L (2001) Vers un système matrilineaire ? Le choix du nom de famille au Québec. In : Brunet G, Darlu P, Zei G (eds) *Le Patronyme. Histoire, anthropologie, société*. CNRS Éditions, Paris, pp 133-51
8. Insee (1985) *Registre français des noms patronymiques*. <http://www.geopatronyme.com/insee.htm>

Cémentochronologie, précision et exactitude de l'estimation de l'âge au décès chez l'adulte

Cementochronology, Precision and Accuracy of Adult Age at Death Estimation

B. Bertrand

Reçu le 15 mai 2019 ; accepté le 27 juin 2019
© Société d'Anthropologie de Paris et Lavoisier SAS 2019

Résumé L'estimation de l'âge au décès de sujets adultes découverts en contexte médico-légal ou archéologique est un sujet fondamental. La cémentochronologie, fondée sur le dépôt annuel de ciment, est une technique parmi les plus performantes dont l'exactitude est appréciée dans de nombreuses publications. Cependant, le manque de standardisation ralentit l'adoption de cette méthode et freine l'étude de la précision qui demeure méconnue tout comme l'impact des conditions taphonomiques. L'objectif de ce travail est de mesurer la concordance des estimations, donc la précision, puis d'évaluer l'exactitude, donc la qualité de l'accord entre l'âge estimé et l'âge chronologique, en appliquant un protocole standardisé pour s'affranchir des biais inhérents à la préparation. L'étude porte sur 2 000 lames histologiques réalisées à partir de 400 canines. Deux cents canines sont issues de collections de référence dont l'âge, le sexe, l'intervalle post mortem et la durée d'inhumation des sujets sont connus. Afin d'étudier l'applicabilité de la méthode à du matériel ancien, 200 canines extraites de sujets archéologiques datés entre les XII^e et XVIII^e siècles sont intégrées à l'étude. Les résultats démontrent que l'analyse cémentochronologique peut permettre une estimation fiable de l'âge au décès mais révèlent également une diminution significative de la lisibilité des dépôts cémentaires avec l'âge et une moindre efficacité pour les sujets de plus de 50 ans.

Mots clés Âge au décès chez l'adulte · Cémentochronologie · Taphonomie · Cément acellulaire

Abstract Adult age at death estimation is a fundamental component of biological profiles in forensic and archaeological contexts. Cementochronology based on annual deposition of acellular cementum is one of the most effective ageing techniques, and its accuracy, i.e., the agreement between estimated and chronological age, is acknowledged in many publications. However, a lack of standardization has led to the method not being widely adopted. This has also hindered the evaluation of its precision, currently unknown, as well as of the impact taphonomical processes may have on the method. The aim of this study is to measure the agreement between cementum estimates, i.e., the precision, and to assess the accuracy of the estimates, that is how close is the estimated age to the chronological age, by applying a standardized protocol to overcome bias inherent to sample preparation. This study is based on 2000 histological slices from 400 canines. Two hundred canines are derived from reference collections with documented age, sex, post mortem interval and burial duration. In order to investigate the applicability of this method on ancient material, 200 canines extracted from archaeological assemblages dated between the 12th and 18th Centuries are included in the study. Results show that cementochronological analysis can provide a reliable estimate of age at death, but also reveal a significant decrease of cementum readability with age and a decreased efficiency for individuals over 50 years old.

Keywords Adult age at death · Cementochronology · Taphonomy · Acellular cementum

B. Bertrand (✉)
Univ. Lille, CHU Lille, EA 7367 - UTML - Unité de Taphonomie
Médico-Légale, F-59000 Lille, France
e-mail : benoit.bertrand@univ-lille.fr

Muséum national d'Histoire naturelle, Département Homme
et Environnement - UMR 7194 - HNHP, F-75013 Paris, France

Introduction

Estimation de l'âge, entre tradition et innovation

L'estimation de l'âge au décès à partir de restes humains est un des sujets majeurs de la recherche en anthropologie, avec

pour objectif l'établissement du profil biologique, que ce soit dans un contexte médico-légal ou archéologique. Il est communément admis que l'estimation de l'âge des sujets immatures est plus fiable que celle des adultes car les critères tels que les stades de minéralisation et d'éruption dentaires, de fusion diaphyso-épiphysaires et les longueurs diaphysaires, sont directement liés à la croissance. Chez les sujets adultes, bien qu'il existe un panel de méthodes, c'est l'imprécision de l'estimation qui est aujourd'hui admise [1]. Les méthodes d'estimation de l'âge chez l'adulte se concentrent traditionnellement sur quatre régions principales : la symphyse pubienne [2], la surface auriculaire de l'ilium [3], l'extrémité sternale des côtes [4] et les sutures exocrâniennes [5]. Ces préférences communes à l'anthropologie médico-légale [6] et à l'anthropologie d'une façon plus générale [7] sont soutenues par un ratio « accessibilité/performance » optimal. Néanmoins, la multiplication des ajustements méthodologiques couplée à des procédures statistiques complexes [8,9] sert ces méthodes traditionnelles autant qu'elle encourage d'autres approches en bouleversant ce ratio. Si à cela l'on ajoute le caractère subjectif de l'examen des traits morphologiques et les erreurs lors de leur transcription en une variable chronologique, on comprend que les recherches se lancent dans une course aux indicateurs mieux corrélés à l'âge chronologique. Cet objectif détourne les études des indicateurs osseux traditionnels et oriente les recherches vers une technique dentaire révélant les structures périodiques au sein des tissus. Cette technique histologique, la cémentochronologie, amène une littérature considérablement optimiste mais aussi confuse en ce qui concerne les taux de précision et d'exactitude rapportées. Par précaution, les méthodes ambiguës ne sont pas recommandées dans des expertises médico-légales compte tenu de l'impact juridique potentiel. Cette précaution s'étend naturellement aux études anthropologiques et au contexte archéologique. La cémentochronologie se retrouve alors perçue comme une méthode peu fiable par certains et comme une technique parmi les plus performantes par d'autres ce qui assurément renforce cette position très ambiguë. Compte tenu des exigences spécifiques requises par les expertises en contextes médico-légal et archéologique, cette situation est problématique et notre étude a pour objectif d'en établir les limites.

Un principe simple basé sur un tissu complexe

La cémentochronologie repose sur le principe séduisant d'un enregistrement périodique offrant un accès direct à un indicateur continu corrélé à l'âge chronologique. L'apposition de ciment qui débute à l'édification de la racine et perdure jusqu'au décès du sujet est le fondement de cette technique. Le dénombrement des dépôts annuels, caractérisés par des alternances de bandes claires et sombres en microscopie optique,

ajouté à l'âge de l'édification radiculaire de la dent considérée permet d'évaluer l'âge du sujet.

Cette structuration des dépôts cémentaires en relation avec l'âge a très tôt attiré l'attention [10] mais son importance fonctionnelle et sa caractérisation ont dû attendre les avancées de la microscopie. De là découle un foisonnement d'études ciblant, entre autres, son ultrastructure, sa composition et son développement [11].

Le ciment se définit aujourd'hui comme une matrice extracellulaire composée de collagène de type I, de protéines non collagéniques (majoritairement ostéopontine et sialoprotéine osseuse) et d'hydroxyapatite [12]. La classification admise intègre la nature des fibres collagéniques ainsi que la présence de cémentocytes et distingue trois principaux types, tous caractérisés par une structure incrémentale [13]. Même si le rôle principal du ciment consiste à ancrer les fibres de collagène du ligament parodontal à la surface radiculaire pour maintenir la dent en position, les différentes variétés sont caractérisées par des développements spécifiques liés à des fonctions différentes. Ainsi, résumer le ciment à un tissu conjonctif ne subissant aucun remaniement au cours de la vie de l'individu n'est qu'une simplification commode pour illustrer le principe de la cémentochronologie. Le rôle adaptatif des ciments cellulaires et leur hétérogénéité tissulaire les condamnent à ne pas être considérés lors des études cémentochronologiques. En conséquence, les caractéristiques histologiques des tissus doivent être distinguées pour n'examiner que le ciment acellulaire dont le taux de croissance serait constant durant toute son apposition [14]. Cependant, il est essentiel de reconnaître que notre connaissance du ciment continue à évoluer au gré du progrès des techniques analytiques et que plus cette connaissance progresse, plus ce tissu nous apparaît complexe dans ses fonctions et dans sa structure. Ainsi, l'analyse de la variabilité des dépôts du ciment acellulaire, et des erreurs associées aux estimations de l'âge est un travail attendu pour que les performances de la cémentochronologie ne soient pas surestimées et pour que la précision et l'exactitude de cette méthode puissent être quantifiées, critiquées, puis acceptées.

Enfin, même si les tissus dentaires sont plus minéralisés que l'os et donc plus résistants aux agents taphonomiques, le ciment reste le moins minéralisé des trois tissus constituant la dent [15] et de nombreuses études ont reconnu des complications dues à l'altération taphonomique du ciment [16-20]. Pour les méthodes traditionnelles, il est établi que si des modifications atteignent les indicateurs biologiques, elles peuvent influencer la précision de l'estimation et conduire à des intervalles qui s'étendent avec l'ampleur des altérations [21]. Nous rejoignons donc les conclusions de Roksandic et al. qui soulignent qu'une recherche de l'impact de la taphonomie est nécessaire avant d'appliquer en routine la cémentochronologie [19].

Matériel et méthodes

Référentiel et collections archéologiques

Cerner les limites de l'estimation de l'âge au décès par cémentochronologie implique le recours à un référentiel histologique (Fig. 1). Ce dernier se compose de 200 canines permanentes extraites de sujets dont l'âge, le sexe, l'intervalle *post mortem* (IPM) et la durée d'inhumation sont connus. Cet échantillon se distingue de ceux traditionnellement utilisés dans la littérature relative à la cémentochronologie car aucune des avulsions n'a été réalisée pour des motifs thérapeutiques. Cette stratégie d'échantillonnage nous affranchit ainsi du débat de l'influence des pathologies parodontales sur la fiabilité de la méthode [22–26]. Au sein de cet ensemble, 24 % [n = 48] proviennent du laboratoire d'anatomie de la faculté de Médecine de l'université de Lille ; 49,5 % [n = 99] de la *Coleção de l'Esqueletos Identificados do Século XXI* provenant de Santarém et hébergée au laboratoire d'anthropologie médico-légale du département des sciences de la vie de l'université de Coimbra au Portugal ; 13 % [n = 26] de la collection Schoten et 3 % [n = 6] de la collection Châtelet, toutes deux conservées à l'Institut royal des sciences naturelles de Belgique ; 10,5 % [n = 21] de la collection de Carspach étudiée par le service Archéologie-Alsace. À cet échantillon d'âge connu s'ajoutent 200 canines extraites de sujets exhumés lors des fouilles de la collégiale Saint-Amé conduites par Douaisis Agglo (50 % [n = 100]) et lors des fouilles du prieuré Saint-

Cosme par le service de l'archéologie du département d'Indre-et-Loire (50 % [n = 100]).

La série est constituée de 30,3 % [n = 121] de canines supérieures (16,3 % [n = 65] droites ; 14 % [n = 56] gauches) et 69,8 % [n = 279] de canines inférieures (28,3 % [n = 113] droites ; 41,5 % [n = 166] gauches). Pour chaque collection de Santarém, Schoten, Châtelet, Carspach, Saint-Amé et Saint-Cosme, chaque dent représente un individu. Seuls 12 sujets du laboratoire d'anatomie ont livré plus d'une dent.

Préparations standardisées et examens histotaphonomiques

Cette recherche vise à s'affranchir des biais inhérents à la préparation en appliquant à toutes les dents sélectionnées un protocole standardisé [27,28]. Ainsi, chaque dent a été préparée, observée puis intégrée à l'analyse en suivant une procédure unique (Fig. 2a, 2b, 2c). Chaque dent est nettoyée et la racine est enrobée dans une résine époxy à deux composants (Araldite® 2020) (Fig. 2). La couronne ainsi que le tiers cervical sont sectionnés et cinq coupes transversales de 100 µm sont réalisées dans le tiers médian de la racine à l'aide d'une scie de précision de type Buehler® IsoMet. Les préparations sont ensuite lavées à l'eau distillée, séchées à l'éthanol et montées sur lames avec du baume du Canada puis recouvertes d'une lamelle. L'examen est réalisé à l'aide d'un microscope DMEP Leica® à un grossissement ×400. Les régions présentant des dépôts exploitables de ciment acellulaire sont capturées sous forme d'images JPEG à l'aide d'une caméra digitale Leica® DFC 280 (Fig. 2d). Pour

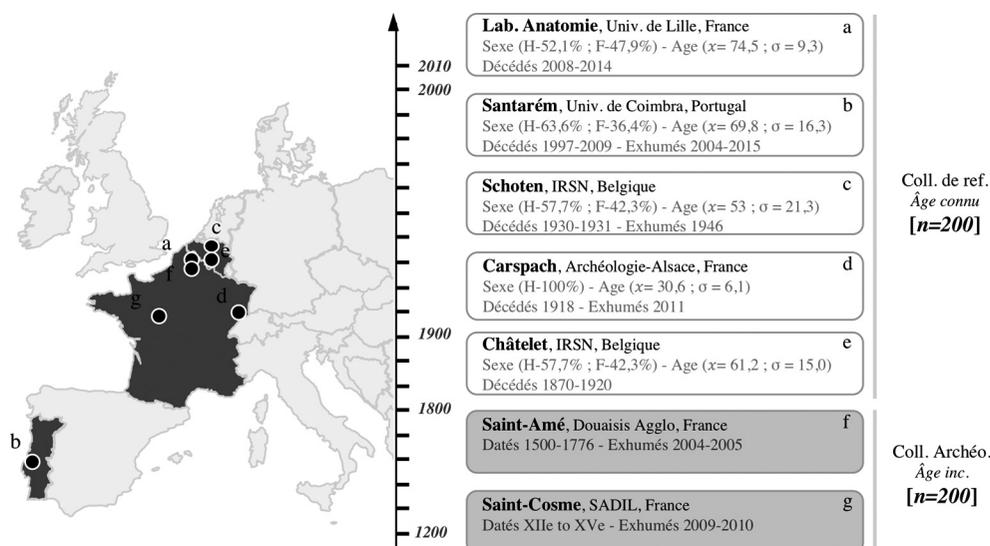


Fig. 1 Positionnement géographique et chronologique des collections intégrées à l'étude. En blanc, les collections anatomiques et anthropologiques pour lesquelles l'âge, le sexe, l'IPM et la durée d'inhumation sont connus ; en gris, les collections archéologiques / *Geographical and chronological location of collections considered in the study. In white, anatomical and anthropological collections with documented age, sex, PMI and burial duration; in grey, archaeological assemblages.*

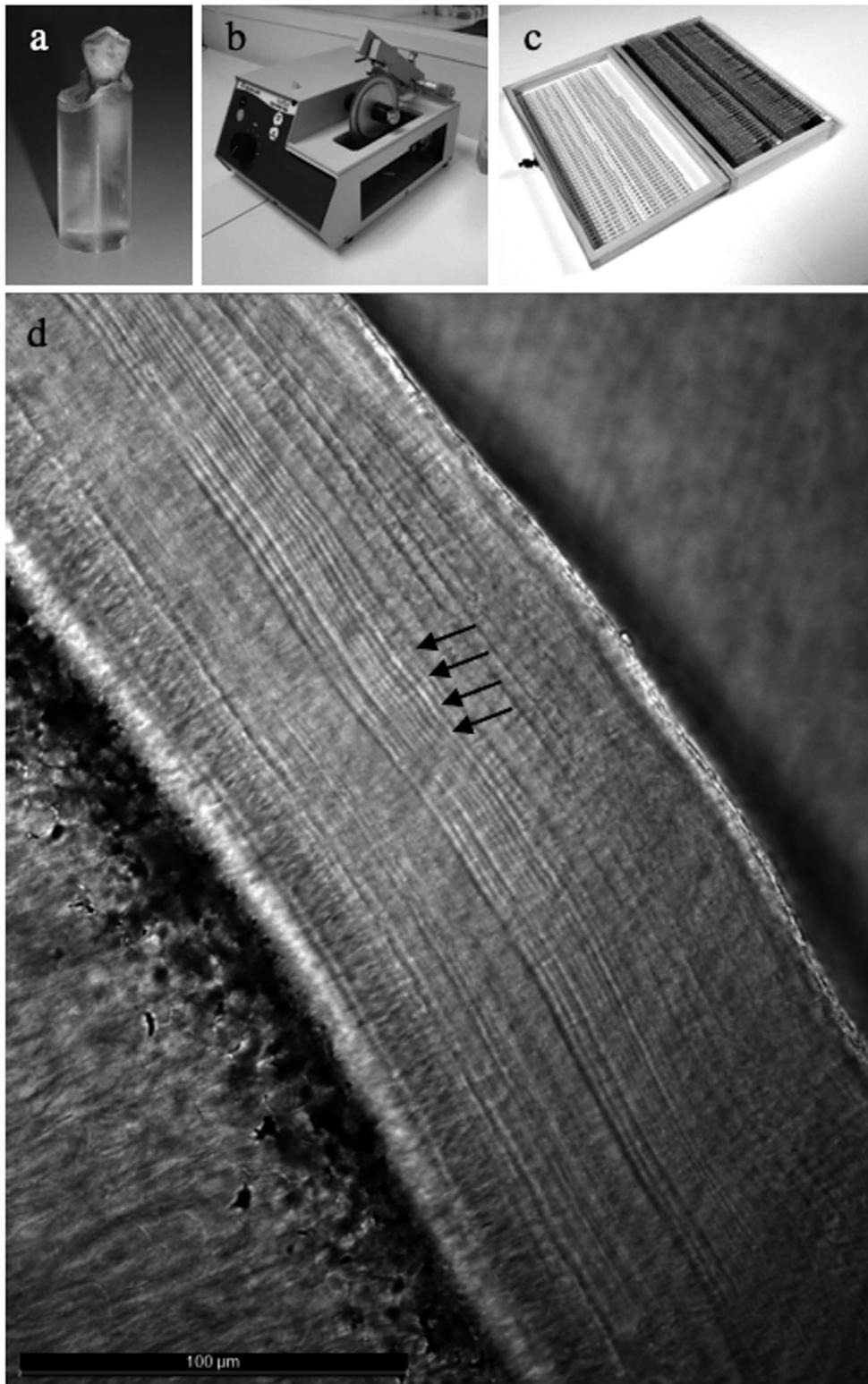


Fig. 2 Préparation et examen histologique du tissu cémentaire. a) Racine incluse dans la résine époxy ; b) Découpe transversale du tiers médian de la racine sur une scie Buehler® IsoMet ; c) Conditionnement des préparations histologiques du référentiel ; d) Micrographie de la structure incrémentale du ciment acellulaire. L'échelle représente 100 µm / *Sample preparation and histological investigation of dental cementum. a) Root embedded in epoxy resin; b) Cross section of the middle third of the root using a Buehler® IsoMet saw; c) Histological samples conditioning; d) Micrograph of incremental deposits of acellular cementum. The scale is 100µm*

chaque préparation, nous avons procédé à l'évaluation chiffrée de la lisibilité de la microstructure cémentaire. Ce critère ne concerne que l'appréciation de la microstructure et ne considère pas les affections taphonomiques. L'ampleur de la perte de structure provoquée par l'action des micro-organismes, c'est-à-dire la bioérosion, a été évaluée par une adaptation de l'Oxford Histological Index [29,30]. L'ensemble des destructions incluant bioérosion, infiltrations et fracturations a été apprécié par l'adaptation d'un indice de préservation histologique général [31].

Dispersion des comptes d'annuli et justesse des estimations

Le dénombrement des annuli est réalisé sous Adobe® Photoshop CS5 pour chaque lame. Les comptes sont saisis dans un classeur Microsoft® Excel puis importés dans IBM® SPSS Statistics v.24 pour analyses. L'exactitude de la cémentochronologie se retrouve trop souvent réduite à un seul chiffre pour attester sa performance. Pourtant, une incertitude de 10 ans n'a pas la même signification selon que le sujet a 30 ans ou 70 ans. De plus les notions d'exactitude et de précision sont souvent confondues. Ainsi, précision et exactitude ont été traitées séparément puis confrontées et deux approches ont été adoptées, l'une absolue, l'autre relative. Pour explorer l'imprécision des estimations, nous avons étudié le comportement d'un indicateur exprimé en année par les écarts-types des comptes d'annuli (imprécision absolue) et celui d'un indicateur exprimé en pourcentage par le coefficient de variation de ces comptes (imprécision relative). Cet indicateur indépendant de l'âge peut avoir un réel intérêt dans la mise en place d'un contrôle de la qualité des lectures afin de détecter et de quantifier des erreurs. Pour chaque dent intégrée à l'étude, la valeur moyenne du nombre d'annuli a été additionnée à l'âge moyen de calcification des trois quarts de la racine des canines chiffré à 10,5 ans pour les deux sexes combinés [32]. L'exactitude des estimations de l'âge qui traduit la qualité de l'accord de l'estimation et de la valeur de l'âge documenté a été évaluée au moyen d'indicateurs dépendants et indépendants de l'âge chronologique et s'exprime ainsi en année (erreur absolue) et en pourcentage (pourcentage d'erreur). Enfin, la variance des indicateurs a été explorée par des modèles de régressions multiples pour déceler les paramètres qui influencent les performances de la technique.

Résultats

Une méthode à deux niveaux de performance

La précision globale de la cémentochronologie rapportée par l'indicateur d'imprécision absolu établi au seuil de confiance de 95 % est de $\pm 4,9$ ans. La distribution décalée

vers les faibles valeurs d'imprécision (Fig. 3a) rend compte d'une bonne précision générale malgré la forte représentation d'individus âgés au sein du référentiel. Cette précision varie entre 1,3 an pour les individus dont l'âge est strictement inférieur à 20 ans et 6,5 ans pour les sujets dont l'âge est compris entre 85 et 90 ans, et affiche une nette tendance à l'augmentation avec l'âge (Fig. 3b). Pour les jeunes classes d'âge, la précision peut être considérée comme haute puisque les intervalles de confiance à 95 % ne dépassent pas quatre ans. Les classes d'âge supérieur à 50 ans sont, quant à elles, marquées par une imprécision supérieure à quatre ans. Cette tendance ne se vérifie pas pour la précision relative qui reste relativement stable à $\pm 10,1$ %. L'approche adoptée pour quantifier la précision des comptes d'annuli montre que les futures estimations de l'âge reposent déjà sur un intervalle non négligeable dont l'intervalle de confiance à 95 % est compris entre 4,5 et 5,3 ans (9,4 %-10,9 %). Il est admis en squelettochronologie que l'âge peut être plus difficile à estimer sur certaines populations et les indicateurs d'imprécision s'imposent alors comme des critères pour apprécier la facilité à estimer l'âge d'un échantillon. Pour les collections archéologiques de Saint-Amé et de Saint-Cosme, la distribution reste similaire à celle du référentiel (Fig. 3a1, 3a2). Les imprécisions absolues sont respectivement de 3,2 et de 3,4 ans et les imprécisions relatives de 9,2 % et 8,5 %. Bien que proches des valeurs établies sur le référentiel, ces valeurs se situent sous la limite inférieure des intervalles de confiance. La précision semble donc légèrement meilleure et doit être analysée à la lumière de la composition et de la préservation des échantillons.

Pour ce qui concerne l'incertitude absolue, elle est en moyenne de -4,5 ans et l'asymétrie de la distribution rend compte d'une tendance générale à la sous-estimation (Fig. 3c). Cependant, ces valeurs d'incertitude se rassemblent autour de valeurs réduites, confirmant une bonne performance générale de la méthode. L'analyse détaillée des valeurs de l'incertitude absolue permet la mise en évidence d'une nette aggravation de l'écart entre l'âge estimé et l'âge réel après 60 ans qui conduit à des sous-estimations de l'âge de plus en plus prononcées (Fig. 3d). Les intervalles de confiance à 95 % rendent compte de la constance de l'exactitude pour les cinq classes décennales les plus jeunes. Des intervalles de confiance recalculés pour les sujets de moins de 60 ans indiquent que l'incertitude est comprise entre -0,7 et +1,4 an. Néanmoins, l'intervalle de confiance pour les sujets de plus de 60 ans s'étend de -8,2 à -5,6 ans. Nous sommes donc certains à 95 % de sous-estimer l'âge de ces individus. En termes d'incertitude relative, l'échantillon total affiche une incertitude de 9,2 %. Cette valeur se situe entre 8,8 % pour les jeunes individus dont l'âge est inférieur à 20 ans et 13,5 % pour les individus de la classe [80,90].

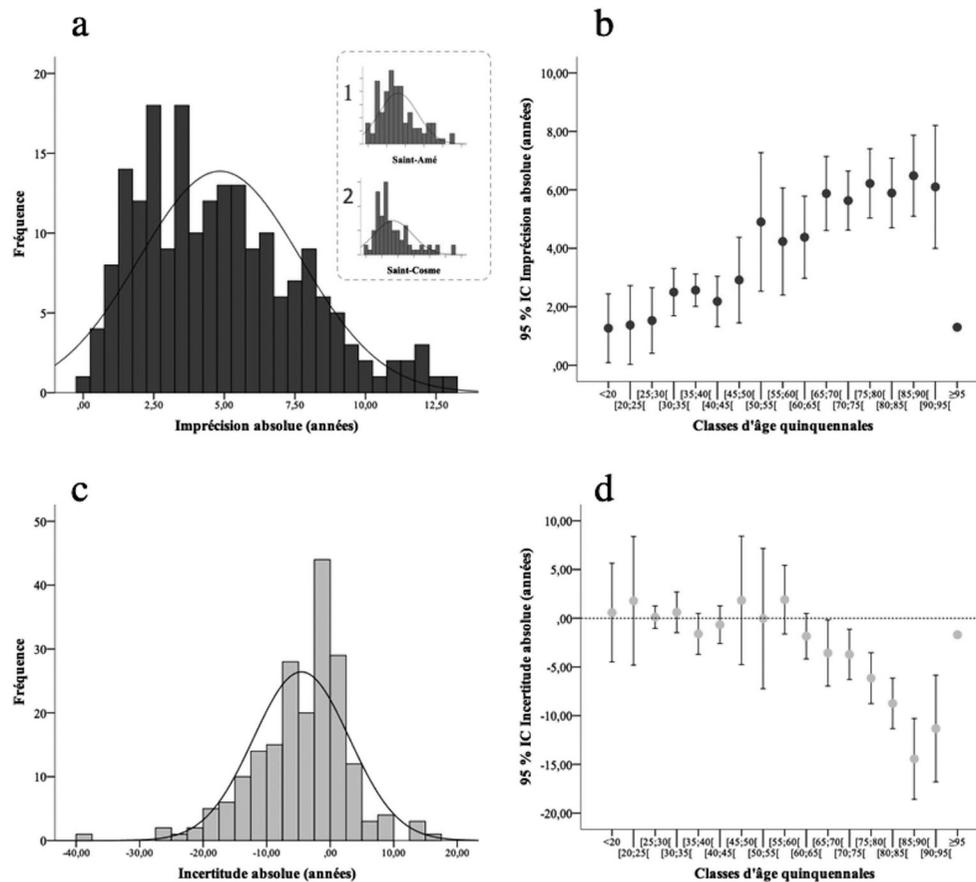


Fig. 3 Représentations graphiques de la précision et de l'exactitude des estimations de l'âge au décès par cémentochnologie. a) Distribution des écarts-types des comptes d'annuli pour le référentiel (aperçu de cette distribution pour les collections archéologiques de a1 : Saint-Amé ; a2 : Saint-Cosme) ; b) Graphique en barres d'erreur des intervalles de confiance à 95 % des écarts-types des comptes d'annuli par classes d'âge quinquennales ; c) Distribution des erreurs absolues des estimations de l'âge pour le référentiel ; d) Graphique en barres d'erreur des intervalles de confiance à 95 % des erreurs absolues par classes d'âge quinquennales / *Graphic representation of the precision and accuracy of age at death estimation by cementschronology. a) Distribution of the standard deviation of annuli counts for the reference collection (distribution in the archaeological assemblages a1 : Saint-Amé ; a2 : Saint-Cosme) ; b) error-bar charts indicating 95% confidence intervals of standard deviation of annuli counts by age classes ; c) Distribution of absolute error for the reference collection; d) error-bar charts indicating 95% confidence intervals of absolute error by age classes.*

Paramètres influençant les performances

Dans le but d'expliquer la variance de la précision et de l'exactitude de la cémentochnologie, nous avons construit des modèles de régressions multiples à l'aide d'une combinaison de variables (âge chronologique, sexe, origine de la collection, intervalle *post mortem*, durée d'inhumation, affections taphonomiques). La figure 4 rend compte des paramètres retenus par chaque modèle avec une probabilité F significative à $p < 0,05$. Les variables sexe, origine de la collection, intervalle *post mortem*, durée d'inhumation atteignent toujours le seuil de signification et ne semblent donc pas influencer les performances. Toutefois, près d'un tiers de la variance de l'imprécision absolue et un quart de l'incerti-

tude absolue peut s'expliquer en termes d'âge. Par ailleurs, l'âge contribue significativement à la perte de lisibilité de la microstructure cémentaire [$R = 0,180$; $p < 0,05$] et cette lisibilité apparaît sans surprise comme un facteur influençant les performances.

Il est intéressant de noter que cette approche statistique incrimine les affections taphonomiques révélées par le General Histological Index. Les atteintes par les micro-organismes uniquement sont vraisemblablement trop localisées pour prévenir la sélection d'un champ permettant des estimations de qualité. La figure 5 illustre la différence d'exactitude en fonction de l'étendue des affections taphonomiques. Les lames pour lesquelles le ciment est bien préservé sur plus de 95 % de la surface offrent une exactitude

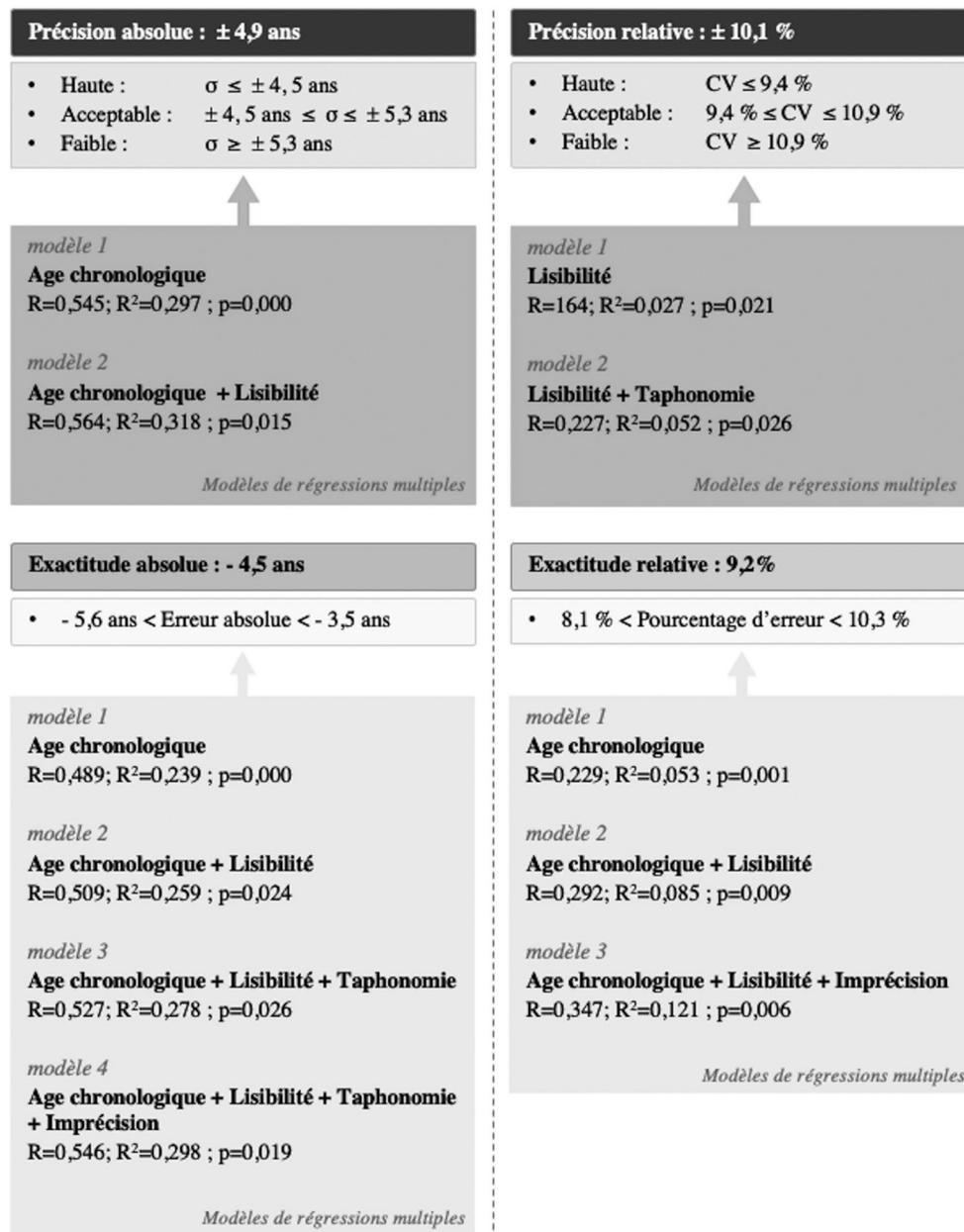


Fig. 4 Valeurs seuils de précision et d'exactitude de la cémentochronologie et paramètres influençant les performances détectées par les modèles de régressions multiples / *Threshold values for precision and accuracy of cementochronology and parameters influencing performances detected by multiple regression analysis*

dont les valeurs se rapprochent de l'exactitude parfaite symbolisée par le trait en pointillé. Le calcul d'intervalles de confiance à 95 % de l'incertitude montre que, pour des tissus bien préservés, l'incertitude s'étend de -4,4 ans à 1,2 an mais qu'elle peut s'étendre de -3,9 ans à -21,7 sur des tissus très dégradés.

Enfin, les modèles de régressions multiples établissent que la concordance des comptes et l'écart entre l'âge estimé et l'âge chronologique sont liés de manière significative, donc que précision et exactitude sont dépendantes.

Discussion

La comparaison de nos mesures de précision et d'exactitude avec des études antérieures est délicate car la distinction entre ces deux notions n'est souvent pas opérée. La non-prise en compte des dispersions croissantes avec l'âge, donc de l'effet de trajectoire [33], peut en partie expliquer certains échecs d'études antérieures où seule une faible proportion de sujets conduit à des estimations jugées exactes [34,35]. Nous pensons que la dispersion des comptes, donc l'imprécision,

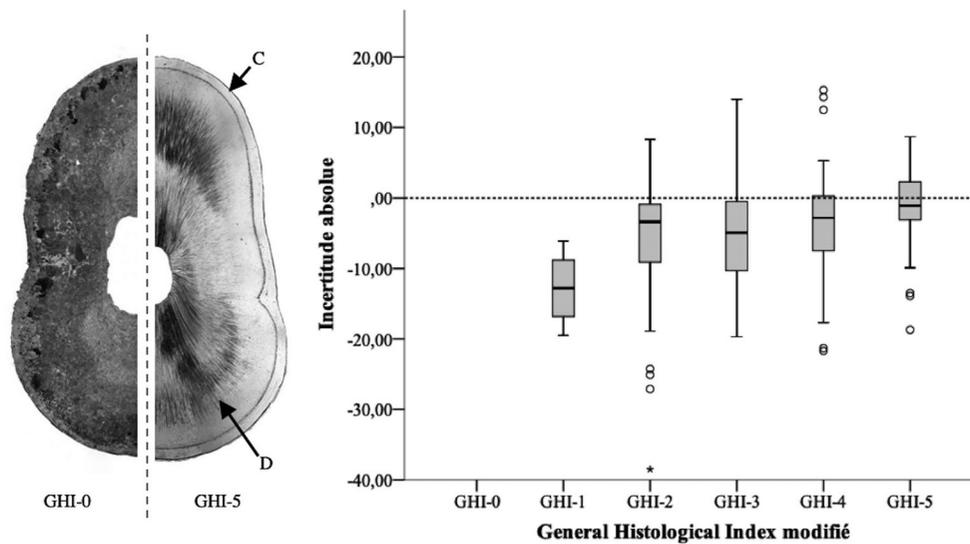


Fig. 5 Distribution des incertitudes de l'estimation de l'âge en fonction de l'indice de préservation histologique général / *Distribution of age at death inaccuracy according to the general histological index*

est un facteur clé dans la justesse des estimations et que refuser d'admettre cette variabilité conduit à des estimations, certes précises, mais inexactes.

Nos résultats concernant l'exactitude des estimations sont compatibles avec certains résultats déjà publiés [36,37] et trouvent une place entre les travaux les plus optimistes [23,38] et les conclusions les plus modérées [39-42]. Dans une étude de validation fréquemment citée, l'incertitude (absolue) n'excède pas $\pm 2,5$ ans [38]. Cette justesse est étonnante lorsque l'on sait que l'analyse porte sur dents extraites pour des raisons pathologiques, orthodontiques ou prothétiques et que l'échantillon non standardisé se caractérise par des types dentaires dont la croissance cémentaire diffère [14]. La première hypothèse pour expliquer cette faible incertitude réside dans la décision de retirer de l'étude 70 dents dont la qualité des images a été jugée inappropriée. La majorité des études évoque ces différences prononcées de la visibilité des préparations et soulève des disparités méthodologiques pour légitimer l'exclusion de lames. L'emploi d'une procédure standardisée nous amène à énoncer que derrière la perception de ces disparités, c'est la variabilité du cément acellulaire qui transparaît. Nous rejoignons les propos de Schmitt [1] qui soutient qu'ignorer la variabilité au sein d'une population revient à ignorer les limites des méthodes de l'estimation de l'âge au décès. Ainsi, le rejet d'individus sur des critères de lisibilité revient à illégitimement faciliter la lecture des structures et à surévaluer les performances de la méthode par l'exclusion de sujets potentiellement âgés et donc caractérisés par une moindre exactitude. Le mécanisme de croissance appositionnelle du cément étant attribué à la minéralisation de la matière organique par les cémentoblastes en réponse à une contrainte mécanique [43-46], la réduction des forces masticatoires et occlusales

qui survient avec l'âge [47-51] pourrait entrer dans l'explication de ce phénomène. Les résultats ne révèlent pas de différence de la structure cémentaire entre les groupes de périodes chronologiques différentes et ne soutiennent donc pas l'impact d'un changement du bol alimentaire entre les populations anciennes et modernes.

D'autres mécanismes liés au vieillissement des macromolécules pourraient être impliqués dans la perte de lisibilité du cément chez les sujets âgés. Cette lisibilité différentielle a été rapportée chez certains grands mammifères où elle est suspectée d'être la cause d'une faible précision chez des spécimens âgés [52]. Cela peut en partie expliquer les opinions contrastées quant à la fiabilité de la technique. L'appréciation de la lisibilité peut ainsi s'imposer comme un outil permettant de prévoir de fortes inexacitudes car une faible lisibilité conduit presque inexorablement à une sous-estimation prononcée de l'âge du sujet.

L'intérêt suscité par la cémento-chronologie repose sur les performances de la méthode mais également sur la conservation préférentielle des tissus dentaires. Toutefois, le cément est le moins minéralisé des trois tissus composant la dent et les outils empruntés à l'histotaphonomie osseuse montrent que l'intégrité des tissus peut conditionner l'applicabilité et les performances de la technique. Ainsi, l'exclusion de sujets pour lesquels la préservation du cément n'est pas optimale aura pour conséquences une fois encore l'accentuation des performances de la méthode. Néanmoins, un avantage indéniable de cette technique histologique réside dans son applicabilité à des sujets caractérisés par un IPM important ou à des sujets archéologiques puisque quelques dixièmes de millimètres carrés de tissu sain peuvent suffire pour un décompte d'annuli et une estimation de l'âge. Dans le cas d'une atteinte taphonomique très avancée, nous

recommandons de ne pas systématiquement exclure les sujets. En effet, une dégradation importante des tissus dentaires laisse présager de la médiocre préservation des tissus osseux. Ainsi, l'identification de structures alternées, même incomplètes, peut représenter une information nouvelle pour permettre l'estimation d'un âge minimum si d'autres techniques osseuses ne peuvent être envisagées et si une investigation histologique peut être réalisée.

Conclusion

Les techniques d'estimation de l'âge au décès chez l'adulte sont soumises à de vives critiques et la variabilité des processus dégénératifs et de maturation osseuse a conduit à l'évaluation, puis à l'acceptation, des erreurs associées à chacune des méthodes. L'adhésion à ce concept d'imprécision n'est pas encore unanimement consentie par les utilisateurs de la cémentochronologie. Néanmoins, l'examen des indicateurs de précision et d'exactitude a permis de confirmer que résumer un simple décompte d'annuli à un âge chronologique revient à ignorer la variabilité d'un indicateur biologique. La cémentochronologie, comme toute autre méthode, se caractérise par des limitations en termes d'efficacité et d'applicabilité. La première limitation concerne sa nature invasive. Il est cependant nécessaire de rappeler que contrairement aux méthodes chimiques et biochimiques, la réalisation de lames conduit à la création de collections histologiques qui viennent enrichir les collections et restent accessibles pour l'exploration des tissus et potentiellement échantillonnables pour des analyses futures. Même si l'imagerie utilisant le rayonnement synchrotron ouvre l'accès à l'exploration non destructrice du ciment [53], il ressort clairement de notre étude que des facteurs méthodologiques, taphonomiques et physiologiques doivent être considérés pour une adoption rigoureuse de la cémentochronologie. En dépit de performances supérieures à bon nombre de méthodes traditionnelles, le ratio « accessibilité/performance » de la cémentochronologie ne peut rivaliser avec celui des approches classiques ne nécessitant aucun investissement méthodologique. Néanmoins, nos travaux démontrent que la cémentochronologie peut représenter un apport non négligeable aux études et expertises, notamment si elle est combinée à d'autres méthodes pour conforter une estimation ou resserrer un intervalle.

Remerciements J'adresse mes plus sincères remerciements à la Société d'anthropologie de Paris qui m'a fait l'honneur de me décerner le prix de thèse 2018. Je remercie le directeur de cette thèse, le Professeur Valéry Hédouin (Unité de Taphonomie Médico-Légale - EA 7367, université de Lille) pour la confiance qu'il m'a accordée en acceptant d'encadrer ce travail. Mes remerciements vont également au Professeur

Didier Gosset, Doyen de la faculté de médecine de Lille, qui a soutenu mes travaux au sein de l'Institut de médecine légale de Lille. Je suis reconnaissant aux chercheurs et institutions qui m'ont soutenu et autorisé l'accès aux collections anatomiques et anthropologiques : Pr. Eugenia Cunha (université de Coimbra), Dr. Caroline Polet et Dr. Patrick Semal (Institut royal des Sciences naturelles de Belgique), Michaël Landolt (Service régional de l'Archéologie de Lorraine), Amélie Pélissier (Service Archéologie-Alsace), Philippe Hannot (Service régional de l'Archéologie des Hauts de France), Christian Poiret (Douaisis Agglo), Mathieu Gaultier (Service de l'Archéologie du département d'Indre-et-Loire), Pr. Christian Fontaine (université de Lille), Pr. Dominique Grimaud-Hervé (Muséum national d'Histoire naturelle), Dr. Anne Bécart (Unité de Taphonomie Médico-Légale). Enfin, je remercie les rédacteurs en chefs des *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* ainsi que les relecteurs pour leurs commentaires qui ont contribué à l'amélioration de la version finale de ce manuscrit.

Liens d'intérêts : L'auteur déclare ne pas avoir de liens d'intérêts.

Références

- Schmitt A (2002) Estimation de l'âge au décès des sujets adultes à partir du squelette : des raisons d'espérer. *BMSAP* 14(1-2):51-73.
- Brooks S, Suchey JM (1990) Skeletal Age Determination based on the os pubis: a Comparison of the Acsadi-Nemeskeri and Suchey-Brooks Methods. *Hum Evol* 5(3):227-38.
- 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(1):15-28.
- İşcan MY, Loth SR, Wright RK (1984) Metamorphosis at the sternal rib: A new method to estimate age at death in males. *Am J Phys Anthropol* 65:147-56.
- Meindl RS, Lovejoy CO, Mensforth RP, et al (1985) 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* 68(1):29-45.
- Garvin HM, Passalacqua N V. (2012) Current Practices by Forensic Anthropologists in Adult Skeletal Age Estimation. *J Forensic Sci* 57(2):427-33.
- Falys CG, Lewis ME (2011) Proposing a way forward: A review of standardisation in the use of age categories and ageing techniques in osteological analysis (2004-2009). *Int J Osteoarchaeol* 21(6):704-16.
- Boldsen JL, Milner GR, Konigsberg LW, et al (2002) Transition analysis: a new method for estimating age from skeletons. In Hoppa RD, Vaupel JW (ed) *Paleodemography: Age Distributions from Skeletal Samples*. Cambridge University Press, pp 73-106.
- Hens SM, Godde K (2016) Auricular Surface Aging: Comparing Two Methods that Assess Morphological Change in the Ilium with Bayesian Analyses. *J Forensic Sci* 61(January):30-8.
- Black GV (1887) A study of the histological characters of the periosteum and peridental membrane. Keener WT, Chicago, 138 p.

11. Foster BL (2017) On the discovery of cementum. *J Periodontol Res* 52(4):666–85.
12. Bosshardt DD, Schroeder HE (1996) Cementogenesis reviewed: A comparison between human premolars and rodent molars. *Anat Rec* 245(2):267–92.
13. Yamamoto T, Hasegawa T, Yamamoto T, et al (2016) Histology of human cementum: Its structure, function, and development. *Jpn Dent Sci Rev* 52(3):63–74.
14. Sequeira P, Bosshardt DD, Schroeder HE (1992) Growth of acellular extrinsic fiber cementum (AEFC) and density of inserting fibers in human premolars of adolescents. *J Periodontol Res* 27(2):134–42.
15. Djomehri SI, Candell S, Case T, et al (2015) Mineral density volume gradients in normal and diseased human tissues. *PLoS One* 10(4):1–24.
16. Gauthier J, Schutkowski H (2013) Assessing the application of tooth cementum annulation relative to macroscopic aging techniques in an archeological sample. *HOMO- J Comp Hum Biol* 64(1):42–57.
17. Geusa G, Bondioli L, Capucci E, et al (1999) Dental cementum annulations and age at death estimates. In Bondioli L, Macchiarelli R (ed), *Osteodental biology of people of Portus Romae (necropolis of Isola sacra, 2nd–3rd c. AD) (Vol. 2)*. Roma: Digital Archives of Human Paleobiology.
18. Huffman M, Antoine D (2010) Analysis of Cementum Layers in Archaeological Material. *Dent Anthropol* 23(3):67–73.
19. Roksandic M, Vlask D, Schillaci MA, et al (2009) Technical note: Applicability of tooth cementum annulation to an archaeological population. *Am J Phys Anthropol* 140(3):583–8.
20. Radovic M (2012) Ageing in the Danube gorges population (9500–5500 BC): Tooth cementum annulation method. *Starinar* (62):9–18.
21. Ubelaker DH (2010) Recent Advances in the Estimation of Age at Death. In Latham K, Finnegan M, (ed) *Age Estimation of the Human Skeleton*. Springfield, IL, pp 177–89.
22. Broucker A de, Colard T, Penel G, et al (2016) The impact of periodontal disease on cementochronology age estimation. *Int J Paleopathol* 15:128–33.
23. Dias PEM, Beaini TL, Melani RFH (2010) Age estimation from dental cementum incremental lines and periodontal disease. *J Forensic Odontostomatol* 28(1):13–21.
24. Arora J, Sahni D, Talwar I, et al (2013) Age estimation among North Indians by cementum annulation count: A light microscopic study. *J Anat Soc India* 62(2):110–14.
25. Kagerer P, Grupe G (2001) Age-at-death diagnosis and determination of life-history parameters by incremental lines in human dental cementum as an identification aid. *Forensic Sci Int* 118(1):75–82.
26. Alghonamy WY, Gaballah OM, Labah DA (2015) Age estimation in adult human sound and periodontally affected teeth using tooth cementum annulations. *Tanta Dent J* 12(4):277–85.
27. Colard T, Bertrand B, Naji S, et al (2018) Toward the adoption of cementochronology in forensic context. *Int J Legal Med* 132(4):1117–24
28. Bertrand B (2013) Procedure ISO-9001 - Cementochronologie, référence : MOP-Dap-04, Indice a.
29. Hedges REM, Millard AR, Pike AWG (1995) Measurements and Relationships of Diagenetic Alteration of Bone from Three Archaeological Sites. *J Archaeol Sci* 22(2):201–9.
30. Millard A (2001) The deterioration of bone. In Brothwell DR, Pollard AM (ed) *Handbook of Archaeological Sciences*. Chichester, pp 637–47.
31. Ollund HI, Jans MME, Collins MJ, et al (2012) What Happened Here? Bone Histology as a Tool in Decoding the Postmortem Histories of Archaeological Bone from Castrium, The Netherlands. *Int J Osteoarchaeol* 22(5):537–48.
32. AlQahtani SJ, Hector MP, Liversidge HM (2010) Brief communication: The London atlas of human tooth development and eruption. *Am J Phys Anthropol* 142(3):481–90.
33. Nawrocki S (2010) The nature and sources of error in the estimation of age at death from the skeleton. In Latham K, Finnegan M, (ed), *Age Estimation of the Human Skeleton*. Springfield, pp 79–101.
34. Lipsinic FE, Paunovich E, Houston GD, et al (1986) Correlation of age and incremental lines in the cementum of human teeth. *J Forensic Sci* 31(3):982–9.
35. Miller CS, Dove SB, Cottone JA (1988) Failure of use of cemental annulations in teeth to determine the age of humans. *J Forensic Sci* 33(1):137–43.
36. Stott GG, Sis RF, Levy BM (1982) Cemental annulation as an age criterion in forensic dentistry. *J Dent Res* 61(6):814–7.
37. Couoh LR (2017) Differences between biological and chronological age-at-death in human skeletal remains: A change of perspective. *Am J Phys Anthropol* (April):1–25.
38. Wittwer-Backofen U, Gampe J, Vaupel JW (2004) Tooth Cementum Annulation for Age Estimation: Results from a Large Known-Age Validation Study. *Am J Phys Anthropol* 123(2):119–29.
39. Lanteri L, Schmitt A, Foti B (2014) Variabilité intra-individuelle de l'estimation de l'âge au décès adulte à partir des anneaux du cément dentaire Intra-individual. *BMSAP* 26(1-2):23–33.
40. Meinel A, Huber CD, Tangl S, et al (2008) Comparison of the validity of three dental methods for the estimation of age at death. *Forensic Sci Int* 178(2–3):96–105.
41. Kasetty S, Rammanohar M, Raju Ragavendra T (2010) Dental cementum in age estimation: A polarized light and stereomicroscopic study. *J Forensic Sci* 55(3):779–83.
42. Condon K, Charles DK, Cheverud JM, et al (1986) Cementum annulation and age determination in *Homo sapiens*. II. Estimates and accuracy. *Am J Phys Anthropol* 71(3):321–30.
43. Rios HF, Ma D, Xie Y, et al (2008) Periostin is essential for the integrity and function of the periodontal ligament during occlusal loading in mice. *J Periodontol* 79(8):1480–1490.
44. Roberts WE, Jee WSS (1974) Cell kinetics of orthodontically-stimulated and non-stimulated periodontal ligament in the rat. *Arch Oral Biol* 19(1):17–21.
45. Smith RK, Roberts WE (1980) Cell kinetics of the initial response to orthodontically induced osteogenesis in rat molar periodontal ligament. *Calcif Tissue Int* 30(1):51–6.
46. Toms SR, Dakin GJ, Lemons JE, et al (2002) Quasi-linear viscoelastic behavior of the human periodontal ligament. *J Biomech* 35(10):1411–5.
47. Bakke M, Holm B, Jensen BL, et al (1990) Unilateral, isometric bite force in 8-68-year-old women and men related to occlusal factors. *Eur J Oral Sci* 98(2):149–58.
48. Owais AI, Sheweesh M, Abu Alhaja ESJ (2013) Maximum occlusal bite force for children in different dentition stages. *Eur J Orthod* 35(4):427–33.
49. Palinkas M, Nassar MSP, Cecilio FA, et al (2010) Age and gender influence on maximal bite force and masticatory muscles thickness. *Arch Oral Biol* 55(10):797–802.
50. Braun S, Hnat WP, Freudenthaler JW, et al (1996) A study of maximum bite force during growth and development. *Angle Orthod* 66(4):261–4.
51. Usui T, Uematsu S, Morimoto T, et al (2007) Change in maximum occlusal force in association with maxillofacial growth. *Orthod Craniofacial Res* 10(4):226–34.
52. McLaughlin CR, Matula Jr. GJ, Cross RA, et al (1990) Precision and accuracy of estimating age of Maine black bears by cementum annuli. *Int Conf Bear Res Manag* 8:415–419.
53. Le Cabec A, Tang NK, Ruano Rubio V, et al (2019) Nondestructive adult age at death estimation: Visualizing cementum annulations in a known age historical human assemblage using synchrotron X-ray microtomography. *Am J Phys Anthropol* 168(1):25–44.

Thomas J (2016) Les Incas et la déformation intentionnelle du crâne. Un marqueur social, culturel, ethnique et religieux - Presses universitaires de Nancy - Éditions universitaires de Lorraine, ISBN : 978-2-8143-0278-5, 136 pages, 12 €

S. Natahi

© Société d'Anthropologie de Paris et Lavoisier SAS 2019

Cet ouvrage de Jérôme Thomas est composé de 136 pages au cours desquelles l'auteur aborde la thématique des pratiques de déformations intentionnelles du crâne. L'ouvrage s'appuie sur une littérature abondante puisque l'on compte en tout deux cent seize références écrites en six langues distinctes (Allemand, Anglais, Espagnol, Français, Latin et Portugais).

L'ouvrage est divisé en plusieurs chapitres (au nombre de sept) dont les premiers sont essentiellement consacrés à des considérations généralistes sur la nature de ces pratiques, leur perception au sein de la société moderne ainsi qu'à un historique de la recherche sur le sujet. Le troisième chapitre est quant à lui consacré à un commentaire des sources historiques et ethnohistoriques les plus remarquables qui firent mention de cette coutume. L'auteur offre au lecteur un tour d'horizon des pratiques de déformations intentionnelles du crâne à travers les cinq continents, depuis ses formes d'expression les plus anciennes jusqu'à des périodes plus récentes. Ce travail de documentation conséquent nous permet d'en mesurer pleinement le caractère ubiquiste et rend parfaitement compte de la grande diversité des techniques employées. Il est à noter qu'il s'agit là d'une première synthèse non exhaustive publiée en langue française. Suite à cela, l'auteur va orienter et limiter son propos aux cadres des Amériques.

Dans un réel intérêt porté à la pratique en tant que telle et non à sa résultante finale (*i.e.* la forme du crâne), l'auteur a fourni un important travail d'archives et exploré un grand nombre de sources historiques, ethno-historiques ou ethnographiques lesquelles constituent de précieux témoignages pour qui souhaite se pencher sur les pratiques de déformation du crâne dans les cultures précolombiennes du continent sud-américain. On pourra tout de même trouver dommage que parmi les illustrations de l'ouvrage ne figurent pas les deux illustrations de Guamán Poma de Ayala [1] qui constituent deux uniques témoignages graphiques de la période coloniale, montrant des enfants emmaillotés dans des ber-

ceaux et coiffés de ce qui semble s'apparenter à un bonnet ; possible appareil céphalique employé à des fins de modelage de la tête de l'enfant.

La grande force de l'ouvrage, outre la richesse de ses références, réside dans l'effort de son auteur à fournir une lecture plus approfondie et complexe que celles souvent évoquées dans les sources ethnohistoriques, lesquelles attribuent à ces coutumes des considérations un peu trop simplistes, interprétées à l'aune des codes culturels de ceux qui en sont les témoins et rapporteurs directs. De telles coutumes y sont très souvent perçues comme véhiculant des valeurs identitaires ou encore comme porteuses de croyances religieuses ou de distinctions d'ordre social. La dimension utilitaire, certes moins courante, est aussi parfois évoquée : le front plat facilitant, selon certains auteurs, le port de charges lourdes. En effet, nombre de chroniqueurs contemporains de la Conquête à l'instar de Bartolomé de Las Casas, Bernabé Cobo, Juan Ulloa-Mogollón, appréhendent la déformation intentionnelle du crâne comme un vecteur d'affirmation d'une identité et d'une appartenance culturelle que le pouvoir inca aurait artificiellement maintenu afin d'identifier au mieux le lignage de chacun de ses sujets. En se penchant sur une série de témoignages ethnohistoriques de ce type, l'auteur, lui, s'attache à la réalisation d'un véritable travail historique ; celui d'une lecture critique des sources qui cherche à nuancer ce type d'interprétations en mettant en évidence les rapports bien plus complexes qui sous-tendent l'expression de ces pratiques.

Même si ce travail a pour support principal des documents historiques coloniaux, on pourra regretter l'absence d'une partie abordant brièvement la chronologie andine précolombienne. Ce chapitre aurait eu le mérite de mettre en contexte les transformations politiques, territoriales et culturelles qui intervinrent au cours de l'Horizon récent (1400-1532 apr. J.-C.), période qui marque l'expansion de l'Empire inca. Il aurait apporté au lecteur, parfois peu familier à l'histoire complexe des populations précolombiennes andines, un regard plus large sur la mise en place d'un État composé d'une mosaïque de cultures réunies sous son joug.

S. Natahi
UMR 5199 PACEA, Université de Bordeaux, France

Par ailleurs, l'auteur met judicieusement en avant, dans un premier temps, les rapports indissociables qui existent entre les divers éléments de parure corporelle. En effet, n'étudier qu'un seul de ces aspects au détriment des autres ou en dépit de leur considération ne saurait être pertinent :

« Elles [les têtes déformées] s'inscrivent dans un système global ou la déformation n'est qu'un objet parmi d'autres. [...] De plus, les coiffures et la symbolique de la chevelure doivent être étroitement associés à cette coutume pour en comprendre tout le sens. Déformations, bonnets, coiffures et chevelure doivent être analysés ensemble. » (p. 72)

Dans un second temps, l'auteur s'attache également à souligner les considérations spirituelles attribuées à la tête en tant qu'élément corporel canalisant l'énergie vitale. Il montre son imprégnation de croyances religieuses fortes qui se seraient manifestées au travers de ces manipulations rituelles (déformation du crâne, coiffure, apposition de coiffes) intervenant dès la naissance mais aussi lors de rites de passage d'un âge à un autre.

L'acte de déformer le crâne participerait alors d'un système complexe et indivisible dont la pensée cosmogonique des peuples précolombiens des Andes serait un fondement. Il semble très vraisemblable que ces pratiques relèvent d'un système global d'ornementation, codifié et sous-tendu alors par des considérations multiples (cosmogoniques, identitaires, rituels) et interpénétrées.

Mannheim, Davis et Velasco dans un ouvrage récemment édité par Vera Tiesler et María Cecilia Lozada, dressent d'ailleurs un constat similaire et estiment que ces pratiques ne peuvent être considérées qu'à l'aune de l'ontologie sociale des peuples andins [2]. Dans ce chapitre d'ouvrage, ces mêmes auteurs se penchent sur deux populations de la vallée de Colca (située dans la partie méridionale du haut plateau péruvien) : les Collaguas et les Cavanas. Les auteurs évoquent le fait que ces deux groupes présentaient des pratiques de déformation différentes (de type annulaire pour les Collaguas et tabulaire pour les Cavanas) précédant toutes deux l'avènement de l'État inca et qui se maintinrent par la suite [2-3]. Ces deux groupes, outre leur différenciation linguistique, le premier principalement de langue Aymara et le second de langue Quechua, se distinguaient également par l'occupation de l'espace ; les Collaguas occupant les hautes terres de la vallée tandis que les Cavanas en peuplaient les basses terres [4]. Dans cet exemple, les auteurs parviennent à une conclusion assez similaire à celle de Jérôme Thomas et montrent que la différence de pratiques de déformation crâniennes participerait de concert avec des différenciations linguistiques mais aussi écologiques. La compréhension des facteurs motivant ces pratiques dans les populations andines ne saurait donc avoir de sens sans une prise en compte des considérations sociales, culturelles, religieuses ou écologiques de ces groupes humains.

On conçoit alors toute l'importance que le pouvoir inca, conscient du profond enracinement de ces pratiques au sein

d'un système de croyances séculaires, a attaché à leur codification et leur législation. Leur respect et leur maintien par les peuples qu'il fédère figurent non seulement comme un vœu d'allégeance mais constitue également un instrument au service du pouvoir dans l'objectif d'identifier l'appartenance culturelle de chacun de ses sujets. Comme le montre Jérôme Thomas, les Espagnols avaient bien compris également le caractère rituel de ces pratiques mais n'en avaient peut-être pas mesuré toute la profondeur. Dans le dernier chapitre de l'ouvrage l'auteur se penche ainsi sur les diverses mesures mises en œuvre en vue de leur prohibition du fait de leur nature idolâtre. L'auteur y évoque les vaines (bien que nombreuses) tentatives d'interdiction qui dénotent parfaitement la prégnance de ces pratiques au sein des cultures andines précolombiennes.

On pourra sans doute déplorer l'absence d'une prise en compte des données archéologiques qui auraient apporté un regard diachronique sur l'évolution des pratiques de déformations crâniennes entre l'Intermédiaire récent (1000-1400 apr. J.-C.) et l'Horizon récent, et sans doute donné aux hypothèses de l'auteur une profondeur plus importante. Il aurait été par exemple intéressant de prendre en considération l'hypothèse proposée par Torres-Rouff, laquelle associe conjointement l'homogénéisation des pratiques de déformations crâniennes à la complexification des formes d'organisations sociales [5]. L'ouvrage de Jérôme Thomas n'en demeure pas moins important en ce sens qu'il constitue une première synthèse en langue française sur ce type de pratiques. Les sources documentaires y sont abondantes. L'auteur y a le mérite d'aborder les pratiques de déformation intentionnelles du crâne chez les populations andines dans toute leur complexité, évoquant ainsi la pluralité des caractères qui sous-tendent leur expression.

Références

1. F Guaman Poma de Ayala (1613) Nueva Corónica y Buen Gobierno, Fac-similé [1989], Institut d'Ethnologie 1168 p
2. B Mannheim, AR Davis, MC Velasco (2018) Cranial Modification in the Central Andes Person, Language, Political Economy. In V Tiesler, MC Lozada (eds.) Social Skins of the Head Body Beliefs and Ritual in Ancient Mesoamerica and the Andes, pp. 223–33. University of New Mexico Press, Albuquerque
3. MC Velasco (2016) Mortuary Tradition and Social Transformation during the Late Intermediate Period (AD 1100–1450): A Bioarchaeological Analysis of Above-Ground Burials in the Colca Valley, Peru. Unpublished PhD dissertation, Department of Anthropology, Vanderbilt University, Nashville, 321 p
4. Wemke (2006) Collagua "Eco-Logistics": Intermediate Elites and Hybrid Community Structures in the Colca Valley, Peru. In Elson CM and Covey RA (eds.) Intermediate Elites in Pre-Columbian States and Empires, University of Arizona Press, Tucson, pp. 175–210
5. Torres-Rouff C (2003) Shaping Identity: Cranial Vault Modification in the Pre-Columbian Andes. Unpublished PhD dissertation, Department of Anthropology, University of California, Santa Barbara, 414 p

Jean Granat (1932-2019)

A. Vialet

Reçu le 30 septembre 2019 ; accepté le 02 octobre 2019
© Société d'Anthropologie de Paris et Lavoisier SAS 2019

Une voix manque, depuis quelque temps, dans notre communauté. Celle si caractéristique, un peu éraillée et tellement chaleureuse, de Jean Granat, chirurgien-dentiste attaché aux équipes du Musée de l'Homme (Muséum national d'Histoire naturelle) depuis les années 1990 (Fig. 1).

Jean faisait partie de ces « amateurs » qui donnent à la vie du laboratoire un souffle différent et génère une ambiance amicale autour d'eux et des questions scientifiques qu'ils suscitent en toute spontanéité. Sans doute plus libre, parce que dépendant moins du système académique, Jean s'est intéressé sans retenue aux sujets qui se sont offerts à lui au gré de ses rencontres, notamment avec Jean-Louis Heim et Evelyne Peyre, et de ses découvertes dans les collections de l'Institut de paléontologie humaine comme du Musée de l'Homme.

Formé dans les années 1950 à la chirurgie dentaire dans une école du boulevard Voltaire à Paris, à une époque où elle n'était pas encore enseignée à l'université, Jean Granat a exercé dans un premier temps en milieu hospitalier dans le 19^e arrondissement (hôpital Hérold puis Robert Debré) avant d'ouvrir son cabinet. Il a poursuivi sa formation en s'orientant progressivement vers la paléo-anthropologie, sanctionnée par un double doctorat : en chirurgie dentaire, en 1973, et en sciences odontologiques en 1974 (Faculté de médecine, Paris VI).

Ce n'est qu'une fois à la retraite, à partir de 2000, que Jean pourra s'adonner à ce qui est devenu pour lui une passion, la paléo-odontologie. Utilisant ses connaissances empiriques et les bases de données qu'il a constituées sur l'homme actuel, il abordera les hominines fossiles, leurs caractéristiques dentaires et leur développement. Mettant en évidence la dyschronie de croissance entre les dents permanentes des Néandertaliens et celles des *Homo sapiens*, il proposa un modèle de détermination de l'âge sur la base de la maturation dentaire [1-2].

Ainsi, par sa double compétence, Jean n'a cessé de faire dialoguer la micro et la macro-évolution, se servant des popu-

lations actuelles pour comprendre la biologie de celles du passé et inversement. Ce fut également le cas pour ses travaux sur les anomalies dentaires [3-4] et son étude sur le rôle de la canine dans le système alvéolo-dentaire [5]. C'est dans ce cadre que les fossiles de la grotte de Coupe-Gorge, sur la

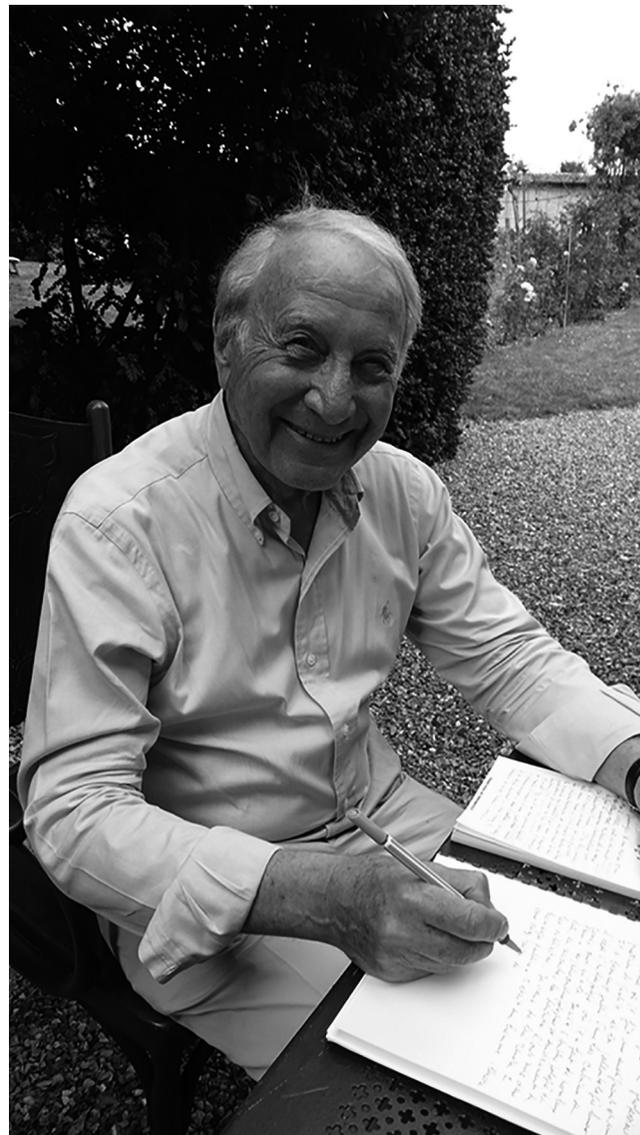


Fig. 1 Photographie de Jean Granat (© Stéphane Granat)

A. Vialet (✉)
MNHN-UMR7194-UPVD-CERP, 1 rue René Panhard,
75013 Paris, France
e-mail : amelie.vialet@mnhn.fr

commune de Montmaurin (Haute-Garonne), mis au jour dans les années 1950 par Louis Méroc, l'ont intéressé. S'agissant d'un maxillaire droit portant C, P3, P4 ; Jean a été intrigué par la morphologie de la canine, particulièrement saillante pour ces pré-Néandertaliens d'environ 250 000 ans [6].

Dans le même temps, intéressé par la question de l'origine du langage, il a réfléchi à une méthode permettant d'évaluer la géométrie du tractus vocal chez les fossiles dont le squelette est suffisamment préservé [7-8]. Cette approche a trouvé toute sa place dans le projet « SkullSpeech », développé avec le soutien de l'ANR (2009-2012) et piloté par GIPSA-lab, centré sur l'ontogenèse et la phylogenèse de la parole. Les résultats, démontrant notamment la capacité des Néandertaliens à produire la même variété de voyelles que l'homme actuel, ont permis de clore le débat quant à cette possibilité, discutée depuis les travaux de Lieberman dans les années 1970 [9].

Plus récemment, Jean s'est passionné pour le squelette de Nicolas Ferry alias le nain « bébé » conservé au Musée de l'Homme, qui vivait à la cour de Stanislas Leszczyński à Lunéville au XVIII^e siècle. Il a ressuscité ce destin hors norme dans une biographie qui sera sa dernière contribution [10].

Tout au long de ces quinze dernières années de féconde activité scientifique, Jean a trouvé le temps de s'investir dans l'animation de diverses sociétés savantes, avec beaucoup de générosité, de dévouement et d'enthousiasme. Ainsi, ses collaborateurs de la Société de Biométrie humaine, de l'Académie nationale de Chirurgie dentaire comme de la Société française d'Histoire de l'art dentaire ont pu profiter de son sens du partage et du collectif. Ce dernier, sans limites, pouvait s'appliquer à des domaines plus éloignés tel celui du Comité Quartier latin qu'il anima longtemps et qui montre bien à quel point sa culture et sa curiosité étaient celles d'un véritable humaniste que beaucoup d'entre nous ont la chance d'avoir côtoyé.

Mes remerciements et mes pensées les plus amicales vont à la famille de Jean, Mme Claude Granat et leurs deux fils.

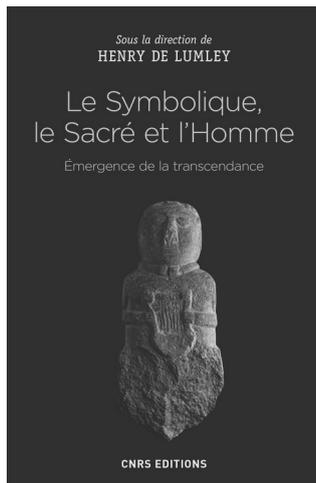
Je remercie également pour leur contribution à cet hommage Pascal Perrier et Louis-Jean Boë du GIPSA-lab, CNRS, Université Grenoble Alpes ; Jean-Michel Salagnac et Roland Benoît de l'Académie nationale de Chirurgie dentaire, Paris.

Références bibliographiques (non exhaustives)

1. Granat J., Heim J.-L. (2003) Nouvelle méthode d'estimation de l'âge dentaire des Néandertaliens, *L'Anthropologie*, 107(2), 171–202, [https://doi.org/10.1016/S0003-5521\(03\)00009-8](https://doi.org/10.1016/S0003-5521(03)00009-8).
2. Granat J., Peyre É., Boë L.-J. (2006). Os hyoïde et larynx chez *Homo*. Position estimée par la biométrie. *Biométrie Humaine et Anthropologie*, 24 (3-4), 243–55.
3. Valentin, F., Granat, J. (1997) Anthropologie, pathologie et soins dentaires au XVIII^e siècle : découverte exceptionnelle à Saint-Martin-des-Champs de Paris. *Bull. et Mém. de la Société d'Anthropologie de Paris*, 9 (3-4), 305–18.
4. Thierry M., Granat J., Vermelin L. (2007) Les agénésies dentaires : origine, évolution et orientations thérapeutiques, *International Orthodontics*, 5(2), 163–82, [https://doi.org/10.1016/S1761-7227\(07\)90004-2](https://doi.org/10.1016/S1761-7227(07)90004-2).
5. Benoît, Granat J. (2010) La canine dans le système alvéolo-dentaire. *Rev Orthop Dento Faciale*, 44 (1), 17–45, <https://doi.org/10.1051/odf/2010104>
6. Granat J., Peyre É. (2012) Les fossiles humains (125-200Ka) de la grotte du Coupe-Gorge – Montmaurin (Haute-Garonne – France). Nouvelle interprétation. Emergence de la parole. *Biométrie Humaine et Anthropologie*, 29 (3-4), 89–105.
7. Granat J., Peyre É., Heim J.-L. (2006) Les rythmes de croissance dentaire chez les hominidés fossiles. *Rythmes de croissance et fonctions manducatrices chez les hommes fossiles et modernes*. Colloque de Créteil, Val de Marne.
8. Granat J., Peyre É., Boë L.-J. (2007) Position de la loge laryngée et variabilité chez *Homo*. Nouvelles recherches. *Biométrie Humaine et Anthropologie*, 24(3-4), 243–55.
9. Boë L.-J., Granat J., Heim J.-L., Badin P., Barbier G., Captier G., Serrurier A., Perrier P., Kielwasser N., Schwartz J.-L. (2013) Reconstructed fossil vocal tracts and the production of speech, in *New Perspectives on the Origins of Language*. Edited by John Benjamins Publishing Company, Dir. Claire Lefebvre, Bernard Comrie and Henri Cohen. P. 75–128.
10. Granat J., Peyre É. (2018) « Bébé », un nain à la cour de Lunéville (1741-1764). L'Harmattan, 276p.

Le Symbolique, le Sacré et l'Homme

Sous la direction de Henry de Lumley



L'Homme, cet être vivant doué de raison, fabricant d'objets élaborés, doté d'un langage articulé, chez lequel a émergé la pensée conceptuelle et symbolique, se caractérise par une aptitude à l'émerveillement, et une capacité d'espérance accompagnée d'un refus de l'absurde. Avec l'invention de l'outil manufacturé et les premiers témoignages d'une pensée symbolique, comment la fabuleuse aventure culturelle et spirituelle de l'Homme a-t-elle débuté ? Pourquoi à travers les temps, même les plus anciens, et dans toutes les cultures, l'émergence du sens de la transcendance n'a-t-il cessé de se manifester et

de s'inscrire au cœur de notre humanité ? Comment est-il devenu une caractéristique de l'Homme, une de ses aspirations profondes ? Comment définir le sens du sacré ?

C'est de cette dimension intrinsèquement humaine, et des traces qu'elle a laissées, qu'il est ici question. Après *L'Univers, la Vie et l'Homme : émergence du sens de la Conscience* et *Le Beau, l'Art et l'Homme : émergence du sens de l'Esthétique*, voici le troisième et dernier opus dirigé par Henry de Lumley, issu d'un cycle de conférences au Collège des Bernardins. L'ambition de ces rencontres ? Faire dialoguer physiciens, astrophysiciens, géologues, biologistes, paléoanthropologues, préhistoriens, historiens de l'art, philosophes et théologiens autour de questions qui ont trait à l'essence de l'humanité.

ISBN : 978-2-271-12031-1
248 p. - 20 €

CNRS EDITIONS

15, rue Malebranche 75005 Paris

Tél : 01 53 10 27 00 -   

En vente en librairie ou sur www.cnrseditions.fr