



Article scientifique

Article

2011

Published version

Open Access

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

Estimation de l'âge au décès des non-adultes et croissance osseuse :
projet de constitution d'une série de référence de squelettes immatures
régionale et médiévale

Perreard Lopreno, Geneviève; Gallay, Audrey B.

How to cite

PERREARD LOPRENO, Geneviève, GALLAY, Audrey B. Estimation de l'âge au décès des non-adultes et croissance osseuse : projet de constitution d'une série de référence de squelettes immatures régionale et médiévale. In: Bulletins de la Société Suisse d'Anthropologie, 2011, vol. 17, n° 1-2, p. 55-65.

This publication URL: <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:20266>

Estimation de l'âge au décès des non-adultes et croissance osseuse: projet de constitution d'une série de référence de squelettes immatures régionale et médiévale

[Estimating age at death of non-adults and skeletal growth: a project for a medieval and regional reference sample of immature skeletons]

GENEVIÈVE PERRÉARD LOPRENO,¹ AUDREY B. GALLAY²

¹Laboratoire d'archéologie préhistorique et anthropologie, Institut F.A. Forel – Sciences de la terre et environnement,
Université de Genève, 1211 Genève 4, Suisse

²Archeodunum SA, En Crausaz, 1124 Gollion, Suisse

Résumé

S'il est aujourd'hui possible d'estimer l'âge au décès des individus immatures de manière relativement précise et fiable par rapport à celui des adultes, il n'en demeure pas moins que de nombreux écueils méthodologiques persistent, tant pour l'estimation d'un âge dentaire, d'un âge squelettique que pour les études relatives à la croissance. Un état de la recherche permet de se rendre compte que parmi ces difficultés figurent par exemple l'application de méthodes basées sur des indicateurs dont la variabilité est spécifique à la population étudiée, l'utilisation de tests statistiques non adaptés, des effectifs insuffisants, etc. Dans le but de palier certains de ces écueils, nous souhaitons constituer une série de référence régionale (Suisse romande) médiévale qui sera composée de squelettes immatures pour lesquels seront enregistrées les données relatives aux développements dentaire et osseux ainsi que des dimensions du squelette infra-crânien. Cette série, qui deviendra également un outil de comparaison utile à l'estimation de l'âge au décès de vestiges archéo-anthropologiques insuffisamment conservés pour une diagnose directe, permettra de mieux documenter le développement des individus immatures et de développer des recherches sur ce thème. En effet, ce corpus cohérent de caractéristiques liées à l'âge, cotées en terme de stades de développement, permettra la comparaison directe entre différents indicateurs d'âge biologique, indépendamment des âges chronologiques, ce qui facilitera la comparaison entre populations anciennes.

Mots-clés: squelettes immatures, âge dentaire, âge squelettique, croissance, série de référence

Abstract

Even though it is today possible to relatively precisely and reliably estimate the age at death for non-adults, nevertheless, great methodological pitfalls remain when it comes to estimates of dental age, skeletal age and studies relative to growth. Drawing up the present state of research allows to notice that among these difficulties are to be found, for example, the application of methods based on indicators whose variability is population specific, the use of inappropriate statistical tests, small sample size, etc. In order to address some of these pitfalls, we wish to create a medieval and regional reference sample (for francophone Switzerland) which will be composed of non-adult individuals, for whom information relative to tooth and skeletal development as well as skeletal measures will be recorded. This reference sample, which will also become a useful comparison tool when estimating age at death for badly preserved archaeo-anthropological remains, will allow to better document the development of non-adults and to develop research on this topic. Indeed, this coherent set of characteristics related to age, recorded in terms of developmental stages, will allow direct comparison between different indicators of biological age regardless of chronological ages, which will facilitate the comparison between ancient populations.

Keywords: immature skeleton, dental age, skeletal age, growth, reference sample

Introduction

L'estimation de l'âge au décès d'un immature est un enjeu fondamentalement différent selon que l'on procède à l'identification d'un individu ou à l'étude d'une population. Évaluer l'âge d'un enfant est tout à la

fois un exercice confortable et satisfaisant en archéo-anthropologie, si l'on se réfère aux difficultés rencontrées pour obtenir une information comparable sur le squelette adulte, et insidieusement ardu, compte tenu des nombreux facteurs de biais qui interviennent lors d'une analyse populationnelle. Les plus largement

évoqués sont inhérents à la variabilité individuelle et populationnelle des indicateurs (facteurs biologiques), aux méthodes (référentiels limités, précision, fiabilité, répétabilité, répliquabilité), aux facteurs mésologiques ainsi qu'au traitement statistique (voir par exemple Braga *et al.* 2005; Bruzek *et al.* 2005; Schwarz 2007; Cunha *et al.* 2009; Franklin 2010 pour revue). Mais il faut encore tenir compte de la conservation partielle des vestiges osseux (facteurs taphonomiques) et de son corollaire, la gestion des données manquantes, moins couramment évoquées. Le manque de précision et peut-être plus encore le manque de fiabilité d'une estimation sont des obstacles pour le traitement des données à l'échelle d'un site et pour les comparaisons entre échantillons chronologiques ou géographiques distincts. Ceci tant en ce qui concerne la compréhension que l'on a des caractéristiques de l'échantillon de population inhumé (Sellier 1996), que pour des approches plus spécifiques en paléodémographie (Bocquet-Appel 2008), en paléopathologie (Bello *et al.* 2007) ou en paléoaurologie (Garcin 2009).

Cet article se penche sur les problèmes que présente l'estimation de l'âge au décès des restes immatures provenant d'un contexte archéologique. Dans le domaine médico-légal, il est largement recommandé de mobiliser des référentiels proches des origines de l'individu étudié. Cette remarque est épineuse pour les populations du passé, car, outre la distance temporelle, incontournable, la discipline se trouve confrontée au fait que les référentiels établis sur les populations actuelles sont limités, voire très réduits selon l'indicateur (par exemple, en ce qui concerne la maturation osseuse des classes infanto-juvéniles). En fonction de deux critères essentiellement, la classe d'âge de l'individu et la conservation des éléments dentaires et osseux, l'étude d'un échantillon de population conduit par force à devoir sélectionner un ensemble de méthodes d'estimation (par exemple Schmitt et Georges 2008). Il se pose alors le problème de la corrélation entre les résultats obtenus par différentes méthodes, diversement validées, et par ailleurs élaborées sur des séries de référence variées.

En réponse à cette situation, un projet se met en place consistant à réunir une série de référence de squelettes immatures provenant d'un ensemble géographique et chronologique cohérent, pour l'heure, régional et médiéval. Ce projet poursuit trois objectifs. (1) Le premier est de créer une série anatomique de comparaison. (2) Le deuxième vise à limiter les sources d'erreur lors de l'estimation de l'âge au décès d'un individu. (3) Le troisième entend créer une base de données adéquates dans une perspective d'analyse populationnelle; des données qui permettront

d'appréhender des questions relatives à la croissance et à la stature comme indicateurs de l'environnement bioculturel, dans le cadre spatio-temporel défini.

A cette fin, le développement dentaire, le développement squelettique et les dimensions des principaux ossements du squelette infra-crânien seront documentés. Relativement au deuxième objectif, (2a) un protocole d'estimation de l'âge dentaire sera mis en place à la lumière de récentes publications et en ayant recours à des référentiels externes. Cette première étape une fois réalisée, (2b) l'âge dentaire, considéré comme le plus indépendant des indicateurs aux conditions environnementales, pourra être utilisé pour établir, à l'interne, des tables de concordance pour des indicateurs biologiques secondaires (maturation osseuse et éventuellement les dimensions métriques pour les plus jeunes). Concernant le dernier objectif, (3) un squelette sera décrit par des stades de développement dentaire et squelettique, associés à des dimensions. Ces informations relatives du développement constitueront un corpus cohérent de caractéristiques biologiques corrélées à l'âge mais indépendantes des âges chronologiques. Il sera ainsi possible de s'affranchir d'un certain nombre de biais méthodologiques, tel le recours à des séries de référence externes, multiples, et sans liens entre elles.

L'estimation de l'âge dentaire: un état de la question

La dentition humaine est déterminée essentiellement par la génétique et les schémas de minéralisation et d'éruption dentaires sont variables entre groupes humains, qu'il s'agisse d'entités ethniques ou géographiques (Liversidge *et al.* 1999; Chaillet *et al.* 2004; Chaillet *et al.* 2005; Acharya 2011). Les nombreux travaux traitant de la minéralisation de la dent de sagesse le démontrent également (Olze *et al.* 2004; Blankenship *et al.* 2007; Harris 2007; Kasper *et al.* 2009; Van Vlierberghe *et al.* 2010). Par une étude sur deux groupes de même origine ancestrale, mais établis dans des lieux géographiques différents, Martin-de las Heras *et al.* (2008) rendent compte de différences de maturation dentaire qu'ils pensent plus liées à un facteur socio-géographique plutôt qu'ethnique. Certains auteurs relèvent que des différences interprétées comme des variations populationnelles pourraient être liées à des biais d'échantillonnage, à des difficultés d'application des méthodes et à des erreurs inter-observateurs (Smith 1991; Liversidge *et al.* 2006). La cause de la variation n'est pas si aisément mise en évidence et n'est probablement pas unifactorielle. Certains travaux arrivent à la conclusion que les erreurs d'estimation sont

mineures lorsque l'on utilise des populations de référence regroupées en comparaison avec des résultats obtenus pour une population spécifique (Braga *et al.* 2005; Liversidge *et al.* 2006; Thevissen *et al.* 2010a). Ainsi, l'emploi de référentiels multi-populationnels semble un moyen de maîtriser des divergences inter-ethniques lorsqu'il faut prédire l'âge d'une personne dont l'origine est inconnue.

A ce jour, seules les études sur des séries anatomiques anciennes ou ostéo-archéologiques identifiées permettent de se faire une idée de l'évolution du développement dentaire au cours du temps. Liversidge (1999) indique, d'une part, que le schéma de maturation dentaire semble ne pas avoir évolué entre des enfants londoniens des 18^e et 19^e siècles et les enfants actuels et, d'autre part, que les plus jeunes enfants de son échantillon archéologique présentent des retards de maturation. Les échantillons étudiés étant restreints (respectivement 15 et 30 sujets), ces informations restent à préciser. Bernhard et Glocker (1995) ont démontré dans une population féminine (5–13 ans) qu'il n'y a pas eu d'accélération du développement de la dentition permanente durant ces derniers siècles. La population immature de la collection identifiée de Lisbonne (première moitié du 20^e siècle) présente un décalage (retard) de la maturation dentaire d'environ un an relativement à l'échantillon de référence constitué d'enfants modernes de France, Côte d'Ivoire, Iran et Maroc (Heuzé et Cardoso 2008). Ce n'est toutefois pas la piste d'une évolution séculaire de la maturation qui est privilégiée pour l'expliquer mais le statut socio-économique de cette population, plutôt défavorisée. La situation est peu claire, mais dans la perspective qui nous intéresse, on peut considérer la tendance séculaire comme un cas particulier de la variabilité populationnelle.

L'âge dentaire est considéré comme le moins sensible des indicateurs aux influences de l'environnement (Triratana *et al.* 1990; Pelsmaekers *et al.* 1997; Conceição et Cardoso 2011). Pour autant, une revue de la littérature met en évidence une association entre la malnutrition et les retards d'éruption des dents déciduales et une association moins marquée pour les dents permanentes (Psoter *et al.* 2005).

Dans le domaine de l'archéo-anthropologie, les méthodes les plus couramment utilisées sont celles de Ubelaker (1989), dérivée de Schour et Massler (1944) et de Moorrees et collaborateurs (1963a, 1963b). Elles sont privilégiées en raison de la possibilité d'utiliser aussi bien des dents déciduales que permanentes, quel qu'en soit le nombre, et sont ainsi applicables pour des enfants de tous les âges.

La méthode d'Ubelaker (1989) s'utilise en se référant à des schémas standardisés du développement

des dentitions (21 stades sont définis correspondant à des âges dès la fin de la période foetale jusqu'au jeune adulte). Il est notoire que l'intervalle de l'estimation devient extrêmement large pour les adolescents et il est recommandé d'avoir recours à des critères ostéologiques pour ces derniers. Les données sont publiées sexes réunis, ce qui s'explique par la difficulté que représente la diagnose sexuelle sur le squelette immature. Il est surprenant de constater que ces schémas, si largement mobilisés, n'ont fait l'objet que récemment d'un test de validation sur un échantillon de 419 enfants contemporains âgés entre 5 et 15 ans (Smith 2005). L'auteure conclut, positivement, que ces schémas peuvent être utilisés mais à la condition d'introduire des modifications sur les âges moyens et les intervalles de confiance. Sans ajustement, l'âge chronologique est correctement estimé (dans l'intervalle de confiance publié par Ubelaker, 1989) dans 91% des cas en moyenne (entre 79% et 100%, selon les stades). Ceci nous renvoie à une erreur d'estimation d'amplitude et de direction inconnues et de plus fluctuante selon les âges, lors de son emploi pour des populations archéologiques.

La méthode de Moorrees *et al.* (1963a, 1963b) a été élaborée sur un important échantillon d'enfants nord-américains. Le degré de minéralisation des dents déciduales et permanentes mandibulaires (décrit en 15 stades) est mis en correspondance avec un âge moyen (± 2 déviations standards). Prévue pour la planification de traitements orthodontiques, elle est devenue d'usage courant en archéo-anthropologie. Elle représente une alternative satisfaisante relativement à quelques points méthodologiques: un système descriptif rigoureux qui permet d'objectiver les observations et des intervalles de confiance donnés indépendamment pour chaque dent étudiée et par sexe. Testée sur trois échantillons d'enfants sud-africains âgés de 6 à 16 ans, il a été mis en évidence que la méthode sous-estimait les âges dans 89.2% des cas et en moyenne de 0.91 an pour les échantillons groupés (Phillips et Van Wyk Kotze 2009).

Le système descriptif de Demirjian *et al.* (1973) est largement répandu dans le domaine médico-légal et considéré comme facile à utiliser et d'un intérêt pratique (Olze *et al.* 2005). Le principe de la méthode est d'évaluer le stade de minéralisation des dents permanentes, à l'exception de la M3 (Demirjian *et al.* 1973), ou de 4 dents (I1, P1, P2, M2 ou P1, P2, M1, M2) mandibulaires gauches (Demirjian et Goldstein 1976). Ces stades sont transformés en scores qu'une table traduit en âge. La méthode a été testée à plusieurs reprises, avec succès (Nykänen *et al.* 1998) ou avec des résultats mitigés voire mauvais sur des populations d'origines très diverses (Davis et Hagg 1994; Koshy et Tandon 1998; Foti *et al.* 2003; Phillips et Van Wyk Kotze 2009).

L'évolution du traitement statistique fait apparaître de nouvelles perspectives dans l'analyse des données. Notamment en ce que cela permettant de prendre en considération des données manquantes, de faire des estimations sur un nombre variable de paramètres, et d'obtenir un meilleur contrôle de la précision et de la fiabilité des résultats (Foti *et al.* 2003; Chaillet et Demirjian 2004; Braga *et al.* 2005; Heuzé et Cardoso 2008).

Il nous semble qu'il faut retenir de cet état des lieux que si les systèmes descriptifs sont adéquats pour documenter le développement dentaire, en revanche, les référentiels basés sur une population unique doivent être abandonnés. La „meilleure estimation de l'âge au décès possible“ (dans l'esprit de Pangloss) d'un squelette immature passe par la maîtrise d'au moins trois paramètres fondamentaux: un système d'enregistrement de la minéralisation dentaire répétable et reproductible (y compris la technique d'acquisition des images), le recours à un référentiel multi-populationnel et finalement, un traitement des données par des procédures statistiques appropriées.

L'estimation d'un âge squelettique: un état de la question

Dans les manuels d'anthropologie, les processus de maturation du squelette (ossification du centre, début de fusion, fusion complète, etc.) sont indiqués par une moyenne ou un intervalle au cours duquel se passe tel ou tel événement, généralement en fonction du sexe. Peu d'informations sont livrées relativement à la variation des phénomènes à l'échelle individuelle ou populationnelle des échantillons sources. Des données relatives à la maturation du squelette chez les adolescents sont publiées depuis près d'un siècle et concernent pour l'essentiel l'union des épiphyses des os longs à la diaphyse (Vallois 1960 in Schwarz 2007; Ubelaker 1989; Brothwell 1981). Cela donne par ailleurs un aperçu de la variabilité des processus, qu'elle soit temporelle ou populationnelle. Le passage à l'âge adulte est mieux documenté sur la base d'observations relevées sur le coxal, la clavicule ou les vertèbres, entre autres (McKern et Stewart 1957; Albert et Maples 1995; Black et Scheuer 1996; Schmeling *et al.* 2004; Cardoso 2008a, 2008b). En revanche, les référentiels concernant les étapes de la maturation du squelette des enfants sont fort réduits (Scheuer et Black 2000). Ainsi, une estimation de l'âge d'ossements immatures effectuée en faisant appel aux références disponibles se fait „dans le brouillard“, sans connaissance de l'amplitude ou de la direction des erreurs, de la relation avec le développe-

ment dentaire ou des événements entre eux (Schaefer et Black 2007; Sciulli 2007).

La comparaison de deux échantillons de squelettes immatures issus de milieux socio-économiques contrastés (collection de squelettes identifiés de Lisbonne) a permis de mettre en évidence que des retards de maturation dentaire et squelettique affectent les jeunes issus de milieux défavorisés relativement à ceux issus d'un environnement favorable. L'amplitude du retard de la maturation est deux fois plus importante pour le développement du squelette que pour celui de la dentition (Conceição et Cardoso 2011). Par ailleurs, l'étude de l'influence du milieu sur la croissance sur ces mêmes échantillons de population (Cardoso 2007), a également permis de relever que le processus de maturation du squelette est plus affecté que le développement de la stature. Lors de l'estimation de l'âge biologique d'un échantillon d'adolescents et de tout jeunes adultes migrants, Santoro et collaborateurs (2009) n'ont pas trouvé de différences significatives entre âge squelettique (radiographies du poignet – le meilleur référentiel pour les populations vivantes) et âge dentaire (essentiellement basé sur le développement de la M3).

Dans la perspective d'études populationnelles, l'état de développement du squelette semble une information à retenir en tant qu'indicateur du stress environnemental, et peut-être même du stress biomécanique, comme le laissent entendre Albert et Greene (1999) lors de l'analyse de l'asymétrie (fluctuante et directionnelle) de l'union des épiphyses aux os longs. En effet, une variation normale de la maturation bilatérale ne devrait pas donner de différences significatives.

L'âge statural et la croissance dans les populations anciennes: un état de la question

La croissance et le développement des individus sont évalués par la comparaison de données métriques et/ou des stades d'épiphysation par rapport à une estimation de l'âge dentaire. Ainsi, la métrique (particulièrement celle des os longs) est fréquemment employée au travers de données découlant de profils de croissance squelettique.

En effet, bien que des études longitudinales sur les populations récentes existent (par exemple Maresch 1955, 1970), il est admis que les enfants du passé étaient plus petits que les enfants actuels pour un âge donné, du moins lors des analyses reliant âge dentaire (assimilé à l'âge chronologique) et longueurs diaphysaires (Le Hors 1991; Molleson 1997; Saunders et Barrans 1999; Tillier 2005). Ces abaques récents ne peuvent donc pas être

employés comme références pour l'estimation de l'âge au décès des individus immatures découverts en contexte archéologique ou pour évaluer la croissance des individus du passé. Le recours à des profils de croissance squelettique établis à partir de populations archéologiques s'avère donc nécessaire. Parmi ces données citons notamment les polynômes obtenus à partir des immatures de Mondeville et Cherbourg réunies (Alduc-Le Bagousse 1988) ou les tables établies sur les individus d'Altenerding (Sundick 1978) qui sont fréquemment employés dans les études anthropologiques régionales actuelles.

Or, durant la première année de vie (tout comme durant la période fœtale), la variabilité de croissance est faible (Le Hors 1991; Hoppa 1992; Molleson 1997), ce qui permet le développement de méthodes d'estimation de l'âge squelettique fiables (Saunders *et al.* 2000; Bruzek *et al.* 2005). En revanche, la variabilité de la croissance augmente sensiblement pour les âges plus avancés et il est dès lors peu recommandé d'employer des modèles de croissance pour déterminer l'âge des immatures en dehors de l'échantillon qui a servi à les élaborer (Scheuer et Black 2000; Gallay, 2008). Cette allégation est d'autant plus vraie que les difficultés pour établir des profils de croissance squelettiques fiables et robustes sont nombreuses et souvent insolubles (par exemple Garcin 2009). Un premier groupe de limites est inhérent au matériel ostéologique lui-même: mentionnons par exemple l'état de conservation des vestiges, les effectifs, souvent trop réduits pour les analyses statistiques (Pietruszewski 2000), l'échantillon forcément transversal, le paradoxe ostéologique des non survivants (Saunders et Hoppa 1993; Hoppa 2000) et la représentativité de la population inhumée par rapport à la population vivante et à une population naturelle. A cela s'ajoutent de nombreuses limites méthodologiques: divergences méthodologiques pour l'acquisition des données, notamment de l'estimation de l'âge au décès (Alduc-Le Bagousse et Valentin 1989), dimorphisme sexuel auquel nous n'avons pas accès, importance du choix des tests et analyses statistiques appropriés (Van Vark et Schaafsma 1992), etc. Ainsi, si toutes ces limites nous invitent à la prudence lors de la comparaison de la croissance de populations archéologiques entre-elles et/ou de populations modernes, elles nous confortent également dans l'idée de l'utilité d'un référentiel immature à usage local, qui permette, tout en restant en données brutes et en multipliant le nombre d'indicateurs observés, d'atteindre par comparaison les objectifs de toute étude anthropologique pour l'identification individuelle (estimation de l'âge au décès) et/ou populationnelle.

Matériel

Ce projet est centré sur la période du haut Moyen-Age de la région de l'arc lémanique. De grandes nécropoles constituant des ensembles chronologiquement bien cernés sur quelques siècles (fin Ve–IXe siècle) y ont été mises au jour. L'abondance des vestiges anthropologiques et de la documentation permet de mettre en place un tel programme dans de bonnes conditions matérielles.

Le premier ensemble avec lequel nous démarrons la série est celui de la nécropole du Clos d'Aubonne à la Tour-de-Peilz (Vaud, Suisse). Elle a été presque intégralement fouillée et 578 tombes ont été dégagées lors des campagnes de fouilles de 1988 à 1991 (Klausener *et al.* 1992; Steiner 2003). Cet espace funéraire a été en usage du Ve au IXe siècle, la chronologie des tombes est établie et les conclusions de l'étude permettent d'en saisir le contexte historique et social (Steiner *à paraître*). Finalement, les ossements sont particulièrement bien conservés et les immatures bien représentés.

Le corpus sera constitué idéalement de tous les sujets présentant des signes d'épiphyse, soit de la naissance jusqu'à la toute fin du processus de maturation sur le squelette. Cela inclura les jeunes adultes qui constituent une classe d'âge importante dans la perspective d'études sur la croissance (Garcin 2009).

Options et choix méthodologiques

En fonction de chacun des indicateurs biologiques de l'âge au décès et de nos objectifs, des choix doivent être opérés dans les systèmes d'enregistrement, les populations de référence et les méthodes d'estimation de l'âge au décès.

Un matériel „matérialisé“

Les ossements de squelettes bien conservés ont été et seront disposés dans des caissettes en bois, elles-mêmes rangées dans des tiroirs à titre de matériel de comparaison. Cette organisation permet de visualiser tous les ossements sans les manipuler et cette étape a déjà été réalisée pour une vingtaine de sujets âgés entre 0 et 15 ans environ. Ce matériel permet d'opérer des comparaisons de conformation, de format ou de proportions lorsque les vestiges sont très partiellement conservés. Il facilite le travail d'identification du nombre minimum d'individus dans une sépulture collective, un dépôt secondaire, un vrac ou toute autre

situation où les ossements sont mélangés. Cet ensemble constitue ainsi déjà un outil précieux tout à la fois dans la pratique de l'anthropologue et, par ailleurs, pour l'enseignement.

Une base de données

Documenter le développement dentaire

Le système descriptif de Demirjian (Demirjian *et al.* 1973) sera appliqué pour documenter le stade de minéralisation des dents permanentes, y compris la M3, et celui de Liversidge et Molleson (2004) pour les dents déciduales. Les valeurs individuelles, exprimées par une formule de minéralisation, nous intéressent pour documenter les séquences de développement entre les dents elles-mêmes et entre la maturation dentaire et squelettique. Ceci se fera sur la base d'images radiologiques et/ou tomodensitométriques (Aykroyd *et al.* 1999; Liversidge *et al.* 2003; Dhanjal *et al.* 2006).

Documenter le développement du squelette

Il est prévu d'enregistrer la fusion des éléments osseux en trois stades (non fusionné, processus en cours, fusionné). En effet, sur la base d'une observation macroscopique, le système de notation le plus simple est le plus efficace pour limiter les risques d'erreurs intra ou inter-observateurs. Nous suivons en cela, par exemple, le système d'enregistrement retenu dans le protocole de l'Inforce (International Forensic Center of Excellence) utilisé en contexte forensique (Cox *et al.* 2008). La liste des observations à effectuer n'est pas définitivement arrêtée mais il sera porté une attention toute particulière à documenter le développement des jeunes enfants, dans la mesure où il existe de réelles lacunes dans ce domaine.

Documenter les dimensions du squelette infra-crânien

Les longueurs maximum de l'ensemble des os longs, de la clavicule et du calcaneus ainsi que la largeur de l'ilion seront enregistrées. Ce sont des dimensions souvent retenues dans la littérature et elles permettront des comparaisons (Sundick 1978; Alduc-Le Bagousse 1988, par exemple).

Protocole pour l'estimation de l'âge dentaire

La méthode de Moorrees *et al.* (1963a, 1963b) sera appliquée dans un premier temps. Bien que la marge d'erreur de l'estimation reste inconnue pour la population ciblée, les résultats sont largement informatifs. Elle permet de prendre en compte à la fois le développement des dents déciduales et permanentes

proposant ainsi des estimations pour l'ensemble des immatures.

Cependant, plusieurs perspectives se dégagent de la littérature récente pour développer un meilleur outil d'estimation pour les populations archéologiques.

(a) Dans l'idée de mieux maîtriser les biais méthodologiques liés à la variabilité inter-ethnique et géographique, deux solutions peuvent être envisagées. La première serait de mobiliser un référentiel composite, constitué des données de plusieurs populations d'origines différentes (Chaillet *et al.* 2005; Thevissen *et al.* 2010a; Thevissen *et al.* 2010b). La seconde serait de créer un référentiel régional des populations actuelles, l'une des solutions n'excluant pas l'autre.

(b) Afin de tenir compte des particularités de l'archéologie et du problème de la conservation partielle des vestiges, les méthodes bayésiennes de Heuzé et Braga (2008) présentent un grand intérêt. Elles permettent d'estimer un âge pour une formule de minéralisation dentaire qui n'existe pas dans la population de référence et de tenir compte des données manquantes.

(c) Les méthodes actuelles échouent à amener des informations satisfaisantes pour les adolescents. Par analogie aux tables de prédiction que les médecins légistes mettent en œuvre pour estimer si une personne a plus ou moins de 18 ans (Mincer *et al.* 1993; Meinel *et al.* 2007; Kasper *et al.* 2009), les données pourraient être traitées dans une approche probabiliste de manière à cibler des âges importants pour l'analyse du recrutement funéraire.

Protocole pour l'estimation de l'âge squelettique

Il n'existe actuellement pas de référentiel cohérent sur lequel baser une estimation de l'âge au décès fiable à partir de critères de maturation osseuse. Si et lorsque les estimations dentaires seront considérées comme solides, des tables de correspondance seront établies entre le développement dentaire et la maturation osseuse. Cela ne sera envisageable que lorsqu'un important corpus de données aura été réuni.

Conclusions et perspectives

Le développement dentaire, la maturation osseuse et les dimensions des principaux ossements du squelette infra-crânien seront documentés dans une série de squelettes immatures provenant de nécropoles médiévales de la région de l'arc lémanique. Des correspondances pourront ainsi être établies entre les différents indicateurs biologiques évoluant avec l'âge.

Le projet a pour but d'avoir une meilleure maîtrise de la fiabilité des estimations de l'âge au décès individuel et de documenter le développement de manière à pouvoir analyser les corpus indépendamment des âges chronologiques. Ce dernier aspect est fondamental pour appréhender des questions relatives à la croissance et à la stature comme indicateurs de l'environnement bio-culturel. La création d'un référentiel interne aux populations archéologiques que l'on veut étudier semble un moyen de se prémunir d'un certain nombre de risques d'erreurs introduites par le recours à des référentiels externes.

Cette série de référence constituera un outil de comparaison permettant l'individualisation de sujets provenant d'ensembles archéologiques mélangés (sépultures collectives, charniers, etc.) et/ou pour lesquels les vestiges sont mal conservés. Cette étape pourra s'enrichir de procédures statistiques développées pour établir le NMI d'ensembles collectifs, information essentielle pour appréhender la notion de recrutement funéraire (Adams et Konigsberg 2004). L'estimation de l'âge dentaire devrait désormais pouvoir s'appuyer sur un référentiel composite constitué de plusieurs populations d'origines différentes. Dans les populations vivantes, cela semble un moyen de maîtriser des divergences inter-ethniques pour l'estimation de l'âge d'une personne d'origine inconnue et ce principe peut être prolongé dans le contexte archéologique en considérant la personne du passé comme d'origine inconnue. Il se peut que la caractérisation de la séquence de maturation dentaire de cette série archéologique (Braga et Heuzé 2007) contribue à sélectionner les corpus les plus adéquats pour constituer le référentiel composite idéal. Lorsque la série de référence aura atteint une représentation statistique satisfaisante, des procédures seront élaborées pour établir des estimations secondaires de l'âge au décès pour des étapes clés de la maturation osseuse. Les problèmes relatifs à la conservation des vestiges et des données manquantes devraient être mieux maîtrisés par l'application de statistiques probabilistes.

L'enregistrement des stades du développement dentaire et osseux complété par la mesure des dimensions principales du squelette infra-crânien constituera un corpus cohérent de données descriptives pour une région et pour une époque. Cette base de données permettra de s'appuyer sur des paramètres statistiques pour décrire et analyser les séquences de développement et de croissance caractérisant une population ancienne. Un projet similaire de mise en correspondance entre maturation dentaire et squelettique a été mené à bien sur des populations amérindiennes (Sciulli 2007), il démontre la faisabilité et l'intérêt d'une

telle entreprise (le corpus total étudié est de 581 sujets immatures provenant de 8 sites datés entre 3200 BP et 200 BP mis au jour dans une même région – Ohio, USA).

Le découpage des âges en temps calendaires, années ou classes d'âges démographiques, est contraignant relativement à la précision que l'on peut espérer obtenir à partir d'indicateurs biologiques. De plus, à travers l'histoire, les comportements sociaux envers les enfants étaient probablement souvent mis en relation avec des âges biologiques plutôt que des âges chronologiques (Buchet et Ségué 2008). Le système d'enregistrement des données, tel que formulé, permettra de moduler les critères de formation de groupes d'individus en fonction de différents paramètres. On pourra s'intéresser à des stades de développement tout comme à des classes d'âges, en fonction des objectifs de l'étude.

Remerciements

Tous nos remerciements à Matteo Gios, assistant technique au Laboratoire d'archéologie préhistorique et anthropologie, Université de Genève, pour sa collaboration à la mise en place du projet relativement aux solutions et aménagements pratiques qu'il nécessite.

Bibliographie

- Acharya AB 2011. *Age estimation in Indians using Demirjian's 8-teeth method*. Journal of Forensic Science 56(1): 124–127.
- Adams BJ, Konigsberg LW 2004. *Estimation of the most likely number of individuals from commingled human skeletal remains*. American Journal of Physical Anthropology 125: 138–151.
- Albert AM, Greene DL 1999. *Bilateral asymmetry in skeletal growth and maturation as an indicator of environmental stress*. American Journal of Physical Anthropology 110: 341–349.
- Albert AM, Maples WR 1995. *Stages of epiphyseal union for thoracic and lumbar vertebral centra as a method of age determination for teenage and young adult skeletons*. Journal of Forensic Science 40: 623–633.
- Alduc-Lebagousse A 1988. *Estimation de l'âge des non-adultes: maturation dentaire et croissance osseuse. Données comparatives pour deux nécropoles médiévales bas-normandes*. In: Buchet L (ed.). *Anthropologie et histoire ou anthropologie historique*. Actes des 3ème Journées Anthropologiques de Valbonnes 28–30 mai 1986. CNRS: Notes et Monographies Techniques n° 24. Paris, 81–103.

- Alduc-Le Bagousse A, Valentin F 1989. *Estimation de l'âge des non-adultes à partir des os longs: état des problèmes*. In: Collectif (eds.). *Compte-rendu de la table ronde tenue à Saint-Germain en Laye (20–21 mai 1989)*. Centre National de la Recherche Scientifique: Groupe de recherche 742 "Méthode d'étude des sépultures". Paris, 53–56.
- Bello S, Signoli M, Dutour O 2007. *Appréciation des processus de conservation différentielle en fonction de l'âge: l'apport de la collection des pestiférés de l'Observance (Marseille, 1722)*. In: Signoli M, Chevè D, Adalian P, Boëtsch G, Dutour O (eds.). *Peste: entre épidémies et sociétés*. Firenze university press. Firenze, 59–66.
- Bernhard W, Glocker C 1995. *New investigations on the question of secular acceleration of permanent dentition*. *Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie* 81(1): 111–123.
- Black S, Scheuer L 1996. *Age changes in the clavicle: from the early neonatal period to skeletal maturity*. *International Journal of Osteoarchaeology* 6: 425–434.
- Blankenship JA, Mincer HH, Anderson KM, Woods MA, Burton EL 2007. *Third molar development in the estimation of chronological age in American Blacks as compared with Whites*. *Journal of Forensic Sciences* 52(2): 428–433.
- Bocquet-Appel J-P 2008. *La paléodémographie: 99,99% de l'histoire démographique des hommes ou la démographie de la Préhistoire*. Errance. Paris.
- Braga J, Heuze Y, Chabadel O, Sonan NK 2005. *Non-adult dental age assessment: correspondance analysis and linear regression versus Bayesian predictions*. *International Journal of Legal Medicine* 119: 260–274.
- Braga J, Heuzé Y 2007. *Quantifying variation in human dental developmental sequences: an EVO-DEVO perspective*. In: Bailey S, Hublin J-J (eds.). *Dental Perspectives on Human Evolution: State of the Art Research in Dental Anthropology*. Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology Series. Springer. Berlin, 245–259.
- Brothwell DR 1981. *Digging up bones: the excavation treatment and study of human skeletal remains*. British Museum (3ème édition). London, Oxford University Press. Oxford.
- Bruzek J, Schmitt A, Murail P 2005. *Identification biologique individuelle en paléanthropologie. Détermination du sexe et estimation de l'âge au décès à partir du squelette*. In: Dutour O, Hublin J-J, Vandermeersch B (eds.). *Objets et méthodes en paléanthropologie*. Comité des travaux historiques et scientifiques, Orientations et méthodes no 7. Paris, 217–246.
- Buchet L, Séguy I 2008. *L'âge au décès des enfants: âge civil, âge biologique, âge social?* In: Gusi F, Muriel S, Olària C (eds.). *"Nasciturus: Infans, Puerulus. Vobis Mater Terra. La Muerte en la Infancia"*. Servei d'Investigacions Arqueològiques i Prehistòriques (SIAP): Diputació de Castelló, 25–39.
- Cardoso HFV 2007. *Environmental effects on skeletal versus dental development: using a documented subadult skeletal sample to test a basic assumption in human osteological research*. *American Journal of Physical Anthropology* 132: 223–233.
- Cardoso HFV 2008a. *Epiphyseal union at the innominate and lower limb in a modern Portuguese skeletal sample, and age estimation in adolescent and young adult male and female skeletons*. *American Journal of Physical Anthropology* 135(2): 161–170.
- Cardoso HFV 2008b. *Age estimation of adolescent and young adult male and female skeletons II: epiphyseal union at the upper limb and scapular girdle in a modern Portuguese skeletal sample*. *American Journal of Physical Anthropology* 137(1): 97–105.
- Chaillet N, Demirjian A 2004. *Dental maturity in South France: a comparison between Demirjian's method and polynomial functions*. *Journal of Forensic Sciences* 49(5): 1059–1066.
- Chaillet N, Nyström M, Demirjian A 2005. *Comparison of dental maturity in children of different ethnic origins: international maturity curves for clinicians*. *Journal of Forensic Sciences* 50(5): 1164–1174.
- Chaillet N, Nyström M, Kataja M, Demirjian A 2004. *Dental maturity curves in Finnish children: Demirjian's method revisited and polynomial functions for age estimation*. *Journal of Forensic Sciences* 49(6): 1324–1331.
- Conceição ELN, Cardoso HFV 2011. *Environmental effects on skeletal versus dental development II: further testing of a basic assumption in human osteological research*. *American Journal of Physical Anthropology* 141: 463–470.
- Cox M, Flavel A, Hanson I, Laver J, Wessling R 2008 (ed.). *The scientific investigation of mass graves: towards protocols and standard operating procedures*. Cambridge University Press. New York.
- Cunha E, Baccino E, Martrille L, Ramsthaler F, Prieto J, Schuliar Y, Lynnerup N, Cattaneo C 2009. *The problem of aging human remains and living individuals: a review*. *Forensic Science International* 193: 1–13.
- Davis PJ, Hagg U 1994. *The accuracy and precision of the „Demirjian system“ when used for age determination in Chinese children*. *Swedish Dental Journal* 18(3): 113–116.
- Demirjian A, Goldstein H 1976. *New systems for dental maturity based on seven and four teeth*. *Annals of Human Biology* 3(5): 411–421.
- Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM 1973. *A new system of dental age assessment*. *Human Biology* 45(2): 211–227.
- Dhanjal KS, Bhardwaj MK, Liversidge HM 2006. *Reproducibility of radiographic stage assessment of third molars*. *Forensic Science International* 159: 74–77.
- Foti B, Lalys L, Adalian P, Giustiniani J, Maczel M, Signoli M, Dutour O, Leonetti G 2003. *New forensic approach to age determination in children based on tooth eruption*. *Forensic Science International* 132: 49–56.

- Franklin D 2010. *Forensic age estimation in human skeletal remains: current concepts and future directions*. *Legal Medicine* 12: 1–7.
- Gallay AB 2008. *Eglise Saint-Félix, Presinge, Genève, Suisse. Caractérisation de la population inhumée entre le 7–8e et le 16 s. AD et évaluation de l’environnement bio-culturel: paléoaurologie et proportions corporelles des adultes*. Travail de maîtrise, Département d’anthropologie et d’écologie, Université de Genève (non publié).
- Garcin V 2009. *Bioarchéologie des sujets immatures de quatre nécropoles du haut Moyen Âge européen: méthodes d’étude du développement et des interactions biologie/culture*. Thèse de doctorat en anthropologie biologique. Université de Bordeaux 1. Ecole doctorale Sciences et environnements.
- Harris EF 2007. *Mineralization of the mandibular third molar: a study of American Blacks and Whites*. *American Journal of Physical Anthropology* 132: 98–109.
- Heuzé Y, Braga J 2008. *Application of non-adult Bayesian dental age assessment methods to skeletal remains: the Spitalfields collection*. *Journal of Archaeological Science* 35: 368–375.
- Heuzé Y, Cardoso HFV 2008. *Testing the quality of nonadult bayesian dental age assessment methods to juvenile skeletal remains: the Lisbon Collection Children and secular trend effects*. *American Journal of Physical Anthropology* 135: 275–283.
- Hoppa RD 1992. *Evaluating human skeletal growth: an anglo-saxon example*. *International Journal of Osteoarchaeology* 2(4): 275–288.
- Hoppa RD 2000. *What to do with long bones: toward a progressive paléoaurologie*. *Anthropologie* 38: 23–32.
- Kasper KA, Austin D, Kvanli AH, Rios TR, Senn DR 2009. *Reliability of third molar development of age estimation in a Texas hispanic population: a comparison study*. *Journal of Forensic Sciences* 54(3): 651–657.
- Klausener M, Martin M, Weidmann D 1992. *La Tour-de-Peilz VD: le cimetière du Clos d’Aubonne et la plaque-boucle avec scènes chrétiennes de la tombe 167*. *Archéologie Suisse* 15(1): 24–33.
- Koshy S, Tandon S 1998. *Dental age assessment: the applicability of Demirjian’s method in south Indian children*. *Forensic Science International* 94(1–2): 73–85.
- Le Hors PB 1991. *Age et croissance des enfants: méthode d’étude et de comparaison*. In: Buchet L (ed.). *Ville et campagne en Europe occidentale (Ve–XIIIe siècle)*. Actes des Cinquièmes Journées Anthropologiques de Valbonne (21–23 mai 1990). Editions du Centre National de la Recherche Scientifique. Dossier de documentation archéologique n°14. Paris, 103–112.
- Liversidge HM 1999. *Dental maturation of 18th and 19th century British children using Demirjian’s method*. *International Journal of Paediatric Dentistry* 9: 111–115.
- Liversidge HM, Chaillet N, Mörnstad H, Nyström M, Rowlings K, Taylor J, Willems G 2006. *Timing of Demirjian’s tooth formation stages*. *Annals of Human Biology* 33(4): 454–470.
- Liversidge HM, Lyons F, Hector MP 2003. *The accuracy of three methods of age estimation using radiographic measurements of developing teeth*. *Forensic Science International* 131: 22–29.
- Liversidge HM, Molleson T 2004. *Variation in crown and root formation and eruption of human deciduous teeth*. *American Journal of Physical Anthropology* 123(2): 172–180.
- Liversidge HM, Speechly T, Hector MP 1999. *Dental maturation in British children: are Demirjian’s standards applicable*. *International Journal of Paediatric Dentistry* 9: 263–269.
- Maresh MM 1955. *Linear growth of long bones of extremities from infancy through adolescence*. *American Journal of Diseases in Children* 89: 725–742.
- Maresh MM 1970. *Measurements from roentgenograms*. In: McCammon RW (ed.) *Human growth and development*. C.C. Thomas. Springfield, IL, 157–200.
- Martin-de las Heras S, García-Fortea P, Ortega A, Zdocovich S, Valenzuela A 2008. *Third molar development according to chronological age in populations from Spanish and Magrebian origin*. *Forensic Science International* 174: 47–53.
- McKern TW, Stewart TD 1957. *Skeletal age changes in young american males analyzed from the standpoint of age identification*. Headquarters Quartermaster Research and Development Command. Technical Report EP-45. Natick, MA.
- Meinl A, Tangl S, Huber C, Maurer B, Watzek G 2007. *Chronology of third molar mineralization in the Austrian population: a contribution to forensic age estimation*. *Forensic Science International* 169: 161–167.
- Mincer HH, Harris EF, Berryman HE 1993. *The A.B.F.O. study of third molar development and its use as an estimator of chronological age*. *Journal of Forensic Sciences* 38(2): 379–390.
- Molleson T 1997. *Patterns of growth*. In: Buchet L (ed.). *L’enfant, son corps, son histoire*. Actes des Septièmes Journées Anthropologiques de Valbonne (1–3 juin 1994). Editions APDCA. Valbonne, 201–210.
- Moorrees CFA, Fanning EA, Hunt EE Jr 1963a. *Formation and resorption of three deciduous teeth in children*. *American Journal of Physical Anthropology* 21: 205–213.
- Moorrees CFA, Fanning EA, Hunt EE Jr 1963b. *Age variation of formation stages for ten permanent teeth*. *Journal of dental Research* 42(6): 1490–1502.
- Nykänen R, Espelan L, Kvaal SI, Krogstad O 1998. *Validity of the Demirjian method for dental age estimation when applied to Norwegian children*. *Acta Odontologica Scandinavica* 56(4): 238–244.
- Olze A, Bilang D, Schmidt S, Wernecke KD, Geserick G, Schmeling A 2005. *Validation of common classification systems for assessing the mineralization of third molars*. *International Journal of Legal Medicine* 119: 22–26.

- Olze A, Schmeling A, Taniguchi M, Maeda H, van Niekerk P, Wernecke KD, Geserick G 2004. *Forensic age estimation in living subjects: the ethnic factor in wisdom tooth mineralization*. International Journal of Legal Medicine 118: 170–173.
- Pelsmaekers B, Loos R, Carels C, Derom C, Vlietinck R 1997. *The genetic contribution to dental maturation*. Journal of Dental Research 76: 1337–1340.
- Phillips VM, Van Wyk Kotze TJ 2009. *Testing standard methods of dental age estimation by Moorrees, Fanning and Hunt and Demirjian, Goldstein and Tanner on three south African children samples*. Journal of Forensic Odontostomatology 27(2): 20–28.
- Pietrusewsky M 2000. *Metric analysis of skeletal remains: methods and applications*. In: Katzenberg M.A, Saunders SR (eds.). *Biological Anthropology of the Human Skeleton*. Wiley-Liss. New York, 357–415.
- Psoter WJ, Reid BC, Katz RV 2005. *Malnutrition and dental caries: a review of the literature*. Caries Research 39(6): 441–447.
- Santoro V, De Donno A, Marrone M, Campobasso CP, Introna F 2009. *Forensic age estimation of living individuals: a retrospective analysis*. Forensic Science International 193: 129e1–129e4.
- Saunders SR, Barrans L 1999. *What can be done about the infant category in skeletal samples?* In: Hoppa RD, Fitzgerald CM (eds.). *Human growth in the past. Studies from bones and teeth*. Cambridge Studies in Biological and Evolutionary Anthropology 25. Cambridge University Press. Cambridge, 183–209.
- Saunders SR, Hoppa RD 1993. *Growth deficit in survivors and non-survivors: biological mortality bias in subadult skeletal samples*. Yearbook of Physical Anthropology 36: 127–151.
- Saunders SR, Hoppa RD, Macchiarelli R, Bondioli, L 2000. *Investigating variability in human dental development in the past*. Anthropologie 38: 101–107.
- Schaefer MC, Black SM 2007. *Epiphyseal union sequencing: aiding in the recognition and sorting of commingled remains*. Journal of Forensic Sciences 52(2): 277–285.
- Scheuer L, Black S 2000. *Developmental juvenile osteology*. Academic Press. London.
- Schmeling A, Schultz R, Reisinger W, Wernecke K-D, Geserick G 2004. *Studies on the time frame for ossification of the medial clavicular epiphyseal cartilage in conventional radiography*. International Journal of Legal Medicine 118: 5–8.
- Schmitt A, Georges P. et Minozzi S, Catalano P, collab 2008. *Quelle démarche suivre pour estimer l'âge au décès à partir du squelette?* In: Charlier P (ed.) *Ostéo-archéologie et techniques médico-légales: tendances et perspectives. Pour un manuel pratique de paléopathologie humaine*. De Boccard. Paris, 269–280.
- Schour I, Massler M 1944 (2ème ed). *Development of human dentition chart*. American Dental Association. Chicago.
- Schwartz J 2007. 2e édition. *Skeleton keys: an introduction to human skeletal morphology, development, and analysis*. Oxford University Press. New York, Oxford.
- Sciulli PW 2007. *Relative dental maturity and associated skeletal maturity in prehistoric native americans of the Ohio valley area*. American Journal of Physical Anthropology 132: 545–557.
- Sellier P 1996. *La mise en évidence d'anomalies démographiques et leur interprétation: population, recrutement et pratiques funéraires du tumulus de Courtesoult*. In: Piningre J-F dir. *Le tumulus de Courtesoult Haute-Saône et le Ier Âge du Fer dans le bassin supérieur de la Saône*. Editions de la Maison des Sciences de l'Homme D.A.F. 54. Paris, 188–202.
- Smith BH 1991. *Standards of human tooth formation and dental age assessment*. In: Kelley M.A, Larsen CS (eds.). *Advances in Dental Anthropology*. Wiley-Liss. New York, 143–168.
- Smith E 2005. *A test of Ubelaker's method of estimating subadult age from the dentition*. University of Indianapolis Archeology & Forensics Laboratory. <<http://archlab.uindy.edu>> (mars 2011)
- Steiner L 2003. *Les nécropoles d'Yverdon et de la Tour-de-Peilz (canton de Vaud, Suisse): Gallo-romains, Burgondes et Francs en Suisse occidentale*. In: Passard F, Gizard S, Urlacher J-P, Richard A (eds.). *Burgondes, Alamans, Francs, Romains: dans l'est de la France, le sud-ouest de l'Allemagne et la Suisse, Ve–VIIe siècles ap. J.-C.* Actes des XXIe Journées internationales d'archéologie mérovingienne, Besançon 20–22 octobre 2000. Presses universitaires franc-comtoises. Besançon, 181–188.
- Steiner L A paraître. *La nécropole du Clos d'Aubonne à La Tour-de-Peilz (canton de Vaud): origine, développement et abandon d'un ensemble funéraire du Ve au IXe siècle*. Cahiers d'Archéologie Romande.
- Sundick RI 1978. *Human skeletal growth and age determination*. Homo 29: 228–249.
- Thevissen PW, Alqerban A, Asaumi J, Kahveci F, Kaur J, Kim YK, Pittayapat P, Van Vlierberghe M, Zhang Y, Fieuws S, Willems G 2010a. *Human dental age estimation using third molar developmental stages: accuracy of age predictions not using country specific information*. Forensic Science International 201: 106–111.
- Thevissen PW, Fieuws S, Willems G 2010b. *Human third molars development: comparison of 9 country specific populations*. Forensic Science International 201: 102–105.
- Tillier A-M 2005. *La croissance des enfants dans les populations du passé. Questions méthodologiques et perspectives en paléanthropologie*. In: Dutour O, Hublin J-J, Vandermeersch B (eds.). *Objets et méthodes en paléanthropologie*. Comité des travaux historiques et scientifiques. Paris, 247–268.
- Triratana T, Hemindra D, Kiatiparjuk C 1990. *Eruption of permanent teeth in malnutrition children*. Journal of Dental Association Thai 40(3): 100–108.

Ubelaker DH 1989. *Human skeletal remains: excavation, analysis, interpretation*. Smithsonian Institution. Washington.

Van Vark GN, Schaafsma W 1992. *Advances in the quantitative analysis of skeletal morphology*. In: Saunders SR, Katzenberg MA (eds.). *Skeletal biology of past peoples: Research Methods*. Wiley-Liss. New York, 225–257.

Van Vlierberghe M, Bołtacz-Rzepkowska E, Van Langenhove L, Łaszkiewicz J, Wyns B, Devlaminck D, Boullart L, Thevissen P, Willems G 2010. *A comparative study of two different regression methods for radiographs in Polish youngsters estimating chronological age on third molars*. *Forensic Science International* 201: 86–94.

Adresse:

Geneviève Perréard Lopreno
Laboratoire d'archéologie préhistorique et anthropologie
Institut F.A. Forel – Sciences de la terre et environnement
Université de Genève
18, route des Acacias
1211 Genève 4
Suisse
E-mail: genevieve.perreard@unige.ch
Tel: +41 22 379 69 69, temporairement +41 22 379 69 69

Audrey B. Gallay
Archeodunum SA
En Crausaz
1124 Gollion
Suisse
E-mail: Audrey.gallay@bluewin.ch
Tel: +41 32 544 43 10