

Stress et résilience : état sanitaire des enfants victimes de la peste de 1720 (Martigues, Bouches- du-Rhône)

*Stress and resilience: health status of children victims of the plague of 1720
(Martigues, Bouches-du-Rhône)*

**Luana Batista-Goulart, Isabelle Séguy, Stefan Tzortzis et Gérald
Quatrehomme**

**Édition électronique**

URL : <https://journals.openedition.org/bmsap/11719>

DOI : [10.4000/bmsap.11719](https://doi.org/10.4000/bmsap.11719)

ISSN : 1777-5469

Éditeur

Société d'Anthropologie de Paris

Référence électronique

Luana Batista-Goulart, Isabelle Séguy, Stefan Tzortzis et Gérald Quatrehomme, « Stress et résilience : état sanitaire des enfants victimes de la peste de 1720 (Martigues, Bouches-du-Rhône) », *Bulletins et mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* [En ligne], 35 (1) | 2023, mis en ligne le 13 avril 2023, consulté le 24 avril 2023. URL : <http://journals.openedition.org/bmsap/11719> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/bmsap.11719>



Creative Commons - Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International
- CC BY-NC-ND 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Stress et résilience : état sanitaire des enfants victimes de la peste de 1720 (Martigues, Bouches-du-Rhône)

Stress and resilience: health status of children victims of the plague of 1720 (Martigues, Bouches-du-Rhône)

Luana Batista-Goulart ^{1*}, Isabelle Séguy^{1,2}, Stefan Tzortzis^{3,4}, Gérald Quatrehomme^{1,5}

1 Université Côte d'Azur, CNRS, CEPAM UMR 7264, Nice, France

2 Institut national d'études démographiques (INED), Aubervilliers, France

3 Ministère de la Culture, DRAC, Service régional de l'archéologie de PACA

4 UMR 7268 Anthropologie bio-culturelle, Droit, Éthique et Santé (ADES), Aix-Marseille Université, CNRS, Établissement Français du Sang, Marseille, France

5 Institut universitaire d'Anthropologie médico-légale, Faculté de Médecine, Université Côte d'Azur, Nice, France

* luana.batista-goulart@cepam.cnrs.fr

Reçu : 25 août 2022 ; accepté : 09 mars 2023
Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris

Cette note fait suite à une communication présentée lors des 1847^{es} journées de la Société d'Anthropologie de Paris dans le cadre de la session "Corps malades"

Résumé – Les règles sociales et les contraintes vécues ont une influence sur l'état de santé des populations. Dans cette note, nous évaluons l'impact d'une succession de crises sur l'état sanitaire d'un échantillon de squelettes d'individus immatures (n=66), victimes de la peste de 1720 (Martigues, Bouches-du-Rhône), à partir de l'observation de marqueurs de stress physiologiques (hypoplasie linéaire de l'émail dentaire, *cribra orbitalia* et hyperostose poreuse de la voûte crânienne). Notre but est de vérifier si les différentes classes d'âges ont été affectés de manière similaire par les stress, et d'établir un lien entre le stress vécu et les crises décrites dans les documents historiques. En effet, avant l'épidémie de peste de 1720, la Provence a connu plusieurs crises historiquement bien attestées : des événements climatiques extrêmes, des famines, des épidémies. Nous observons que 69,7 % des individus sont touchés par au moins un marqueur de stress, 59 % présentent des hypoplasies linéaires de l'émail dentaire, 50 % des *cribra orbitalia* et 29 % de l'hyperostose de la voûte crânienne. Nous avons observé un lien entre la prévalence des marqueurs de stress et les crises connues, notamment pour les enfants âgés de 10 ans (± 30 mois) et de 15 ans (± 36 mois). Ces squelettes témoignent des mauvaises conditions de vie qui prévalaient à Martigues à la veille de la peste.

Mots clés – marqueurs de stress physiologique, bioarchéologie, peste de Marseille

Abstract – Any population's living conditions are influenced by social rules and difficulties experienced. This being so, our paper assesses the impact of a succession of crises

on the living conditions of a sample (n=66) of immature skeletons of victims of the Marseille plague (Martigues, Bouches-du-Rhône; 1720-1721), through observations of the presence of physiological stress markers (linear enamel hypoplasia, *cribra orbitalia* and porotic hyperostosis of the cranial vault). The aim is to verify whether different age categories were similarly affected by the stresses they experienced, and to establish a link between the stresses and crises described in historical documents. The Provence region had experienced several crises before this plague epidemic, including extreme climatic events, famines and other epidemics. We observed that at least one stress marker is present in 69.7% of the individuals, with 59% presenting linear enamel hypoplasia, 50% presenting *cribra orbitalia* and 29% porotic hyperostosis of the cranial vault. We observed a link between the prevalence of stress markers and historically known crises, particularly in the 10 year-old (± 30 months) and 15 year-old (± 36 months) age groups. These skeletons reflect the poor living conditions that prevailed in Martigues shortly before the plague.

Keywords – physiological stress markers, bioarchaeology, Marseille plague

Introduction

Dès la vie utérine et jusqu'à la mort, le corps humain est soumis à des processus biologiques, de cause génétique et environnementale. L'influence environnementale comprend des aspects sociaux, tels que par exemple des inégalités liées

au genre, à la religion ou à la position sociale, et des aspects naturels, comme l'exposition à des agents pathogènes, à des catastrophes naturelles ou à des problèmes d'accès, plus ou moins durables, à une nourriture en qualité et en quantité suffisantes. Quand on étudie les conditions de vie des populations du passé, il est important de ne pas se focaliser uniquement sur les aspects biologiques car, face à un problème vécu, les dynamiques de la société sont bouleversées, l'accès aux ressources devient plus difficile et les inégalités sociales, déjà existantes, sont accentuées.

Au niveau individuel, les stress endurés au tout début de la vie peuvent augmenter le risque de développer certaines infections ou des maladies chroniques à l'âge adulte, tels que des problèmes cardiaques, de l'hypertension, un diabète de type 2, des problèmes de développement cognitif, de l'obésité (Barker et al., 1989 ; Portrait et al., 2011 ; Rotar et al., 2015 ; Finer et al., 2016). Au niveau populationnel, un stress constant fragilise le groupe, et accroît par conséquent le risque de survenue d'une crise démographique importante qui se manifeste par une soudaine augmentation de la mortalité et une diminution de la fécondité (Séguy, 2019). La productivité des individus est également affectée (Polet et Orban, 2001 ; Larsen, 2015) et leur vulnérabilité à d'autres pathogènes accrue.

Les expériences accumulées tout au long de la vie modèlent le corps et, pour les populations du passé, le squelette est souvent le seul témoin conservé de ces phénomènes – même très longtemps après la mort des individus. Des informations de cette nature ne peuvent pas être obtenues par les sources écrites, quand bien même elles documenteraient précisément la population étudiée. À partir de l'analyse des os et des dents, il est possible d'identifier, entre autres éléments, les marqueurs de stress physiologiques qui ont comme cause possible la malnutrition. En effet, les carences alimentaires impactent la formation des os durant l'enfance et le renouvellement des tissus osseux à l'âge adulte (Polet et Orban, 2001). On appelle *stress* des troubles physiques plus ou moins profonds qui affectent les individus et qui sont provoqués par un ou plusieurs facteurs, tels que des contraintes environnementales, les systèmes socio-culturels et une moindre résistance individuelle face aux périodes de difficultés (Polet et Orban, 2001 ; Goodman et Martin, 2002 ; Larsen, 2015).

L'étude des marqueurs de stress physiologiques a été utilisée pour évaluer les conditions de vie et les inégalités dans des contextes archéologiques et contemporains. Ces marqueurs peuvent être analysés séparément, ensemble ou associés à d'autres facteurs, tels quels des problèmes de croissance, une mort précoce ou le contexte historique (Stuart-Macadam, 1985 ; Santos et Coimbra, 1999 ; Herrscher, 2001 ; Steckel et Rose, 2002 ; Bocquet-Appel et al., 2008 ; Kacki, 2016 ; Polet, 2016 ; Granados Vázquez, 2020 ; Quade et Gowland, 2021).

Dans cette note, nous cherchons à évaluer l'impact d'une succession de crises sur l'état sanitaire d'un sous-échantillon de squelettes appartenant à des individus immatures (jusqu'à environ 15-18 ans) victimes de la peste de 1720

(Martigues, Bouches-du-Rhône ; figure 1). À partir de l'observation de la présence de marqueurs de stress physiologiques non spécifiques (c'est-à-dire pouvant avoir différentes causes), tels que les *cribra orbitalia*¹, l'hyperostose poreuse de la voûte crânienne et l'hypoplasie linéaire de l'émail dentaire, il s'agit, d'une part, de vérifier comment les individus ont été impactés par des stress subis à différents moments de leur vie et, d'autre part, d'établir, si possible, un lien entre les stress vécus et les crises décrites dans les documents historiques. Les individus étudiés ont tous survécu à un même ensemble de difficultés (événements climatiques extrêmes, épisodes de famines et épidémies connus historiquement) avant de mourir durant l'épidémie de peste.



Figure 1. Localisation de Martigues et Marseille / Location of Martigues and Marseille

Matériel et méthodes

Matériel

Le site archéologique des Capucins de Ferrières (Martigues, Bouches-du-Rhône, France, 1720-1721), a été fouillé en 2002 sous la direction du troisième auteur (ST) (Tzortzis, 2009 ; Tzortzis et Signoli, 2009). Ce site est composé de cinq tranchées, qui constituent des tombes multiples primaires. Ce type d'inhumations se retrouve fréquemment en contexte de catastrophes (guerres, catastrophes naturelles, épidémies, etc.). Dans le cas des Capucins de Ferrières, les sources historiques, la localisation géographique et les objets trouvés sur le site (monnaies) indiquent un lien avec la peste de 1720. Par ailleurs, la cause de décès a été confirmée par la mise en évidence de l'ADN de *Yersinia pestis* et par la présence de l'antigène F1 sur quelques squelettes testés (Tzortzis et Signoli, 2009).

Les cinq tranchées fouillées sont parallèles, orientées selon un axe est-ouest, de dimensions différentes, et aucune d'entre elles n'avait conservé ses dimensions originales, suite à des remaniements anciens ou plus récents. Les corps y avaient été jetés et de la chaux recouvrait les tranchées I, II et III. Les caractéristiques du dépôt des tranchées I, II et IV évoquent un remplissage hâtif, dans un moment d'acmé épidémique ; des restes de vêtements et la présence d'objets

¹ Du latin *cribrum* signifiant crible, tamis ; la forme plurielle est *cribra*.

personnels corroborent également cette hypothèse. Une disposition plus soignée, bien que toujours inhabituelle au regard des normes d'inhumation au XVIII^e siècle², et une plus faible quantité d'objets dans les tranchées III et V indiquent un rythme d'inhumation moins intense que pour les trois tranchées précitées (Tzortzis, 2009). Les effets personnels et les restes de vêtements qui ont été trouvés sur les squelettes sont des objets qui n'ont pas été enlevés avant l'inhumation, en raison du risque de contagion. Ils ne caractérisent donc pas des gestes funéraires volontaires, qui auraient pu révéler le statut social du mort, une information que nous aurions alors pu prendre en considération dans cette étude. La mortalité extraordinaire en période d'épidémie de peste suscite une gestion funéraire originale sur un lieu inhabituel (hors du cimetière paroissial), dans un cadre chronologique très limité.

La collection des Capucins de Ferrières est composée de 208 squelettes : 86 immatures et 122 adultes. Cette étude concerne un sous-échantillon de 66 immatures, sur lesquels il était possible d'observer au moins l'un des trois marqueurs retenus. Certains squelettes ont été exclus en raison d'une mauvaise conservation et de l'impossibilité d'estimer leur âge. Les critères d'exclusion pour chacun des marqueurs sont décrits ci-après. Les effectifs retenus pour chaque analyse sont présentés dans le tableau 1.

Méthodes

L'analyse ostéologique a été réalisée par la première auteure (LBG) (estimation de l'âge individuel et analyse des marqueurs de stress physiologiques). Pour la classification des individus comme immatures ou adultes, nous avons considéré quatre critères : (1) le stade de développement dentaire (Buikstra et Ubelaker, 1994) ; (2) la synchondrose sphéno-occipitale, dont l'ossification a lieu vers l'âge de 12 à 18 ans (Schaefer et al., 2009) ; (3) les degrés de synostose de l'épiphyse acétabulaire (fusionné entre 15 et 17 ans) et d'épiphyse du pubis, de l'ilium et de l'ischium (Scheuer et Black, 2004 ; Quatrehomme, 2015) ; (4) dans le cas où

ces éléments sont absents, le stade de synostose des os disponibles (Scheuer et Black, 2004 ; Quatrehomme, 2015). Sont considérés comme matures les individus qui présentent les éléments 2 et 3 totalement fusionnés (même si la fusion est récente).

L'estimation de l'âge au décès des individus immatures a été faite à partir des différents états de maturation dentaire, chacun correspondant à un âge moyen, assorti de sa marge de variation, comme par exemple 10 ans (± 30 mois) (Buikstra et Ubelaker, 1994, d'après Ubelaker, 1989). Nous avons choisi d'employer une seule méthode pour conserver une uniformité dans la classification d'individus en groupes d'âge ; tous ont donc été analysés selon le même critère. Nous avons privilégié une méthode prenant en compte un indicateur dentaire, plus fiable que les marqueurs de développement squelettique (maturation osseuse ou croissance) (Scheuer et Black, 2004). La méthode employée permet de considérer aussi les individus dont les dents sont incluses dans les arcades dentaires, sans que des clichés radiographiques soient nécessaires. Ainsi, nous n'avons pas utilisé les méthodes qui considèrent seulement les stades de minéralisation dentaire (Moorrees et al., 1963a ; 1963b ; Smith, 1991) car elles ne sont applicables que si nous pouvons observer toute la dent.

Comme nous connaissons précisément la date de décès de ces individus (dernier trimestre 1720-premier trimestre 1721), il est possible de calculer leur année de naissance probable. Par exemple, un individu dont l'âge au décès est estimé à 10 ans (± 30 mois), serait né entre 1707 et 1713.

Nous avons analysé trois marqueurs de stress physiologiques : l'hypoplasie linéaire de l'émail dentaire (HLE), les *cribra orbitalia* (CO) et l'hyperostose poreuse de la voûte crânienne (HP). La HLE est rarement due à des anomalies héréditaires et à des traumatismes. Elle résulte plus fréquemment de problèmes métaboliques ou de malnutrition (Goodman et Martin, 2002 ; Larsen, 2015). Le stress nutritionnel chronique et les infections sont les principales causes des hypoplasies de l'émail dentaire (Hillson, 2014). L'hypoplasie de l'émail dentaire s'exprime par une réduction de l'épaisseur de l'émail dentaire, au niveau des couronnes dentaires, qui traduit des arrêts momentanés dans la formation de l'émail (Goodman et Armelagos, 1985 ; Polet et Urban, 2001).

Pour l'étude des HLE, seules les individus présentant des dents permanentes ont été pris en compte, selon les critères suivants : (1) présence d'au moins une couronne dentaire formée et préservée (incisives, canines, prémolaires, premières ou deuxième molaires), (2) absence de pathologies qui empêcheraient une bonne observation de la couronne dentaire, (3) absence de marques taphonomiques et (4) faible degré d'usure dentaire (moins de 7 sur l'échelle de Molnar, 1971)³. Sont considérés comme affectés les individus ayant

2 La "posture conventionnelle", celle que l'on donne au défunt d'une communauté paroissiale en vue de son inhumation selon les rites funéraires catholiques pratiqués à l'Époque moderne, en dehors des crises de mortalité, consiste en une sépulture individuelle (éventuellement dans un caveau, souvent dans un contenant rigide, un cercueil), un corps qui repose sur le dos, les membres inférieurs en extension et les membres supérieurs souvent fléchis sur le torse ou l'abdomen. Les dépôts de corps au sein d'un charnier de peste sont principalement motivés par la question sanitaire : la nécessité d'inhumer rapidement un grand nombre de cadavres considérés comme particulièrement dangereux. Dès lors, les modalités observées ne traduisent plus ce qui se pratique lors de funérailles normales, mais avant tout les solutions trouvées pour régler le problème sanitaire créé par les cadavres. Ceux-ci peuvent être parfois agencés au sein d'une même fosse/tranchée ou seulement jetés depuis son bord, voire déversés directement et collectivement depuis une charrette/tombereau. À la fouille, on retrouve ainsi des squelettes dans des postures variées, souvent très différentes de la posture conventionnelle précédemment évoquée.

3 Chaque dent a été observée à la loupe et à l'œil nu. Pour faciliter la comparaison avec d'autres travaux, seules les lignes observables à l'œil nu sont prises en compte ici.

au moins une dent touchée par une ligne observable à l'œil nu. Ce marqueur témoigne d'un stress survenu pendant la formation des couronnes dentaires (entre l'âge de 6 mois et de 7 ans), et il n'est pas remodelable. Même si la formation des dents permanentes commence dès la naissance, l'observation des couronnes dentaires n'est pas toujours réalisable à l'œil nu, car elles sont incluses dans l'os. C'est pourquoi nous n'avons pris en compte que les individus âgés de plus de 6 ans (± 24 mois). Nous avons aussi vérifié la présence de lignes hypoplasiques sur les dents déciduales, mais séparément des dents permanentes pour ne pas mélanger des phénomènes qui peuvent relever de causes différentes. Nous avons analysé au total 415 dents déciduales, appartenant à 46 individus, âgés de 1 an (± 4 mois) à 10 ans (± 30 mois). Seules deux dents déciduales, appartenant à deux individus différents, présentent des HLE, observables plus facilement à la loupe. Ce faible nombre de dents déciduales hypoplasiques n'offre aucune possibilité d'analyses détaillées de cette variable ; nous les avons donc exclues de ce travail.

La HP et les CO se caractérisent par un élargissement de la porosité du tissu osseux de la voûte crânienne (HP) ou de l'orbite (CO), dont différentes causes sont connues, telles que par exemple l'anémie, le scorbut, des infections, le rachitisme, l'ostéomyélite, la périostite ou des hémorragies (Ortner, 2003). Ces causes diverses peuvent relever de processus de formation différents. Par exemple, l'anémie entraîne une modification de la production sanguine dans la moelle de l'os trabéculaire, ce qui a pour conséquence un élargissement du tissu spongieux, créant une hypertrophie (augmentation de la taille des cellules) ou une hyperplasie (augmentation du nombre de cellules). Un des effets de ce processus est l'expansion du diploé et la formation de porosités (Ortner, 2003 ; Rivera et Lahr, 2017). Cependant, des saignements chroniques dans le crâne, causés par le scorbut, provoquent un traumatisme mineur des vaisseaux sanguins défectueux, qui peuvent activer le périoste pour former rapidement de l'os, favorisant l'apparition de porosités ayant une morphologie très similaire à celles causées par l'anémie (Ortner, 2003). Pour avoir une idée plus précise de la cause des porosités, il faudrait faire des clichés radiographiques, pour analyser la morphologie osseuse, ou des analyses microscopiques, pour identifier un éventuel agent pathogène. N'ayant pas les autorisations nécessaires pour ce type d'analyse destructive, cette étude les considère comme des marqueurs de stress non spécifiques.

Pour l'analyse des CO et de l'HP, nous avons considéré les individus ayant au moins un os exploitable (absence de dégénérescences pré- ou post-mortem, de pathologies ou d'altérations taphonomiques). Les CO sont observées dans les orbites et l'HP sur quatre os (frontal, pariétaux et occipital). Sont considérés comme affectés par les CO les individus ayant au moins une orbite touchée par des porosités, classées au moins de degré 1 sur l'échelle de Rivera et Lahr (2017). Dans le cas de l'HP, sont considérés comme affectés les individus présentant des porosités localisées sur au moins un os de la voûte crânienne et classées au moins de

degré 1 sur l'échelle de Rivera et Lahr (2017). Les CO et les HP se forment dès la vie utérine et jusqu'à l'âge adulte. Néanmoins, ces marqueurs peuvent se remodeler si les conditions de vie s'améliorent ; ils peuvent cicatriser et, éventuellement, disparaître. Les premières classes d'âge annuelles comportant de faibles effectifs, nous avons regroupé en une classe les individus âgés de 1 an (± 24 mois) à 6 ans (± 24 mois) pour les analyses des CO et de l'HP.

Dans nos analyses, nous avons considéré la proportion d'individus affectés par chaque marqueur dans chacun des groupes d'âge et nous avons comparé leurs prévalences. Afin de vérifier si les différences entre les catégories analysées sont significatives⁴, nous avons employé le test exact de Fisher (1935) (*Fisher's exact test for count data*), qui est un test non paramétrique⁵ et adapté aux petits échantillons.

Résultats

Marqueurs de stress physiologiques

L'échantillon considéré pour l'analyse de la HLE est composé de 58 individus, parmi lesquels 34 (58,6 %) présentent au moins une marque visible à l'œil nu. En considérant les différences selon les classes d'âge, les immatures classés comme ayant 10 ans (± 30 mois) et 15 ans (± 36 mois) sont statistiquement plus affectés (p -value=0,008). Dans la classe d'âge des 6 ans (± 24 mois), un individu est affecté sur les trois observés ; aucun individu de la classe des 7 ans (± 24 mois) n'est affecté, tandis que 50 % des individus de la classe d'âge des 8 ans (± 24 mois) sont touchés ; on observe que dans celle des 9 ans (± 24 mois), six individus sur onze sont affectés. Les figures 2, 3 et 4 et les tableaux 1, 2 et S1 (voir Matériel supplémentaire) montrent le nombre d'individus affectés pour chaque marqueur et la prévalence selon les classes d'âge.

Sur les 50 individus étudiés pour les CO, 25 présentent le marqueur, soit 50 % de l'échantillon. La prévalence des CO ne diffère pas significativement selon l'âge au décès estimé (p -value=0,67), ce marqueur affectant uniformément tout l'échantillon. Néanmoins, nous observons que dans les classes d'âge des 1 an (± 4 mois) à 6 ans (± 24 mois), des 9 ans (± 24 mois) et 10 ans (± 30 mois), plus de la moitié des individus sont affectés, tandis que dans les classes de 7 ans (± 24 mois), 8 ans (± 24 mois) et 15 ans (± 36 mois), moins de la moitié de l'effectif est affectée. Dans la classe d'âge de 12 ans (± 24 mois), un individu est affecté et l'autre non.

Dans l'échantillon étudié, 16 individus sur 56 (28,6 %) sont affectés par une HP et des différences statistiquement significatives peuvent être notées selon l'âge des individus (p -value=0,003). La classe d'âge des 15 ans (± 36 mois) a

4 Les tests statistiques ont été réalisés avec le logiciel R, dans l'environnement RStudio.

5 Un test non paramétrique n'est pas soumis à la condition que l'échantillon suive une loi normale et est applicable à des petits effectifs.

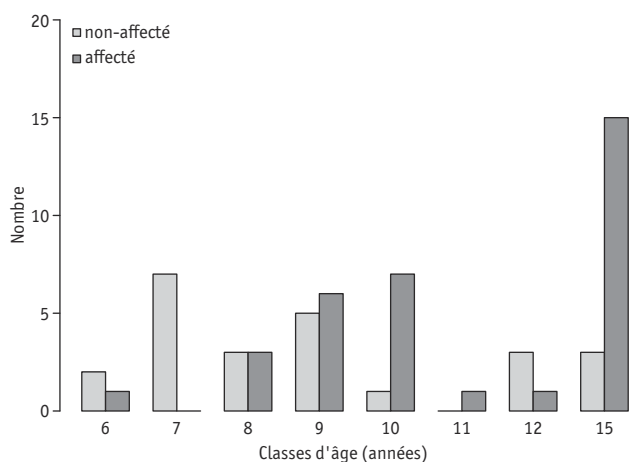


Figure 2. Individus affectés par l'hypoplasie linéaire de l'émail dentaire selon la classe d'âge : 6 ans (± 24 mois), 7 ans (± 24 mois), 8 ans (± 24 mois), 9 ans (± 24 mois), 10 ans (± 30 mois), 11 ans (± 30 mois), 12 ans (± 30 mois), 15 ans (± 36 mois) / *Individuals affected by linear enamel hypoplasia according to age groups : 6 years (± 24 months), 7 years (± 24 months), 8 years (± 24 months), 9 years (± 24 months), 10 years (± 30 months), 11 years (± 30 months), 12 years (± 30 months), 15 years (± 36 months)*

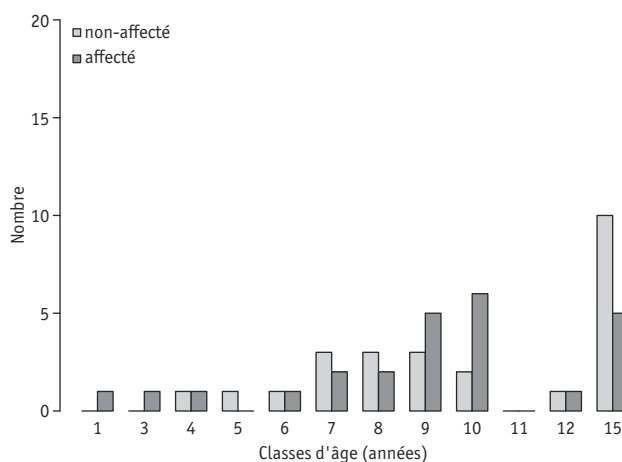


Figure 3. Individus affectés par les *cribra orbitalia* selon la classe d'âge : 1 an (± 4 mois), 3 ans (± 12 mois), 4 ans (± 12 mois), 5 ans (± 16 mois), 6 ans (± 24 mois), 7 ans (± 24 mois), 8 ans (± 24 mois), 9 ans (± 24 mois), 10 ans (± 30 mois), 11 ans (± 30 mois), 12 ans (± 30 mois), 15 ans (± 36 mois) / *Individuals affected by cribra orbitalia according to age groups: 1 year (± 4 months), 3 years (± 12 months), 4 years (± 12 months), 5 years (± 16 months), 6 years (± 24 months), 7 years (± 24 months), 8 years (± 24 months), 9 years (± 24 months), 10 years (± 30 months), 11 years (± 30 months), 12 years (± 30 months), 15 years (± 36 months)*

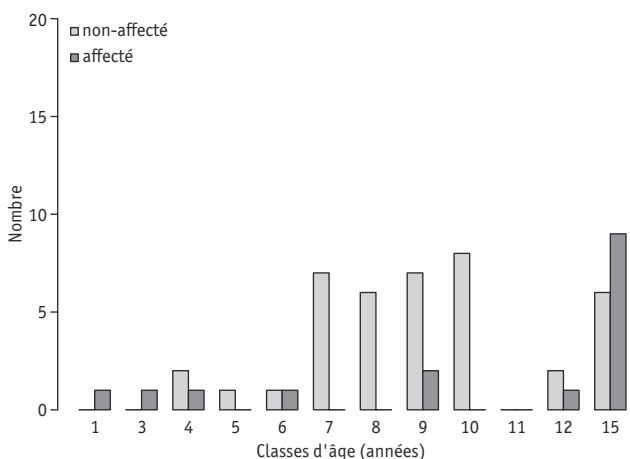


Figure 4. Individus affectés par hyperostose poreuse de la voûte crânienne selon la classe d'âge : 1 an (± 4 mois), 3 ans (± 12 mois), 4 ans (± 12 mois), 5 ans (± 16 mois), 6 ans (± 24 mois), 7 ans (± 24 mois), 8 ans (± 24 mois), 9 ans (± 24 mois), 10 ans (± 30 mois), 11 ans (± 30 mois), 12 ans (± 30 mois), 15 ans (± 36 mois) / *Individuals affected by porous hyperostosis of the cranial vault according to age groups: 1 year (± 4 months), 3 years (± 12 months), 4 years (± 12 months), 5 years (± 16 months), 6 years (± 24 months), 7 years (± 24 months), 8 years (± 24 months), 9 years (± 24 months), 10 years (± 30 months), 11 years (± 30 months), 12 years (± 30 months), 15 years (± 36 months)*

	HLE	CO	HP
Total (n)	58	50	56
Affectés (n)	34 (58,6 %)	25 (50 %)	16 (28,6 %)
Non-affectés (n)	24	25	40
Différences selon l'âge (p-value)	0,008	0,67	0,0037

Tableau 1. Prévalence des trois marqueurs de stress chez les individus immatures de Martigues et probabilités associées aux tests de Fisher / *Prevalence of the three stress markers on immature individuals from Martigues and the probabilities associated with the Fisher test*

		1 an (± 4 m)	3 ans (± 12 m)	4 ans (± 12 m)	5 ans (± 16 m)	6 ans (± 24 m)	7 ans (± 24 m)	8 ans (± 24 m)	9 ans (± 24 m)	10 ans (± 30 m)	11 ans (± 30 m)	12 ans (± 30 m)	15 ans (± 36 m)
HLE (58)	Non-affectés	--	--	--	--	2	7	3	5	1	0	3	3
	Affectés	--	--	--	--	1	0	3	6	7	1	1	15
CO (50)	Non-affectés	0	0	1	1	1	3	3	3	2	--	1	10
	Affectés	1	1	1	0	1	2	2	5	6	--	1	5
HP (56)	Non-affectés	0	0	2	1	1	7	6	7	8	--	2	6
	Affectés	1	1	1	0	1	0	0	2	0	--	1	9

Tableau 2. Résultat de la prévalence des trois marqueurs de stress selon les classes d'âge des individus immatures (n) / *Results for the prevalence of the three stress markers according to the age groups of the immature individuals (n)*

Classes d'âge	Pas affectés	Présence de 1 marqueur	Présence de 2 marqueurs			Présence de 3 marqueurs
			HLE et CO	HLE et HP	CO et HP	
1 an (± 4 m)	0	0	--	--	1	--
3 ans (± 12 m)	0	0	--	--	1	--
4 ans (± 12 m)	2	0	--	--	1	--
5 ans (± 16 m)	1	0	--	--	0	--
6 ans (± 24 m)	2	0	0	0	0	1
7 ans (± 24 m)	7	2	0	0	0	0
8 ans (± 24 m)	2	3	1	0	0	0
9 ans (± 24 m)	3	4	2	0	1	1
10 ans (± 30 m)	0	3	5	0	0	0
11 ans (± 30 m)	0	1	0	0	0	0
12 ans (± 30 m)	2	1	0	0	1	0
15 ans (± 36 m)	1	8	0	5	1	3
Tout l'échantillon	20	22	8	5	6	5

Tableau 3. Co-occurrence des marqueurs de stress dans l'échantillon (n) / *Co-occurrence of the stress markers in the sample (n)*

plus de 50 % des individus affectés, celle des 1 an (± 4 mois) à 6 ans (± 24 mois) a 50 % des individus touchés ; dans les classes des 9 ans (± 24 mois) et 12 ans (± 24 mois), moins de la moitié de l'effectif est affectée, tandis que les classes des 7 ans (± 24 mois), 8 ans (± 24 mois) et 10 ans (± 30 mois) n'ont aucun individu affecté.

Cooccurrence des marqueurs de stress

Le tableau 3 montre la cooccurrence des marqueurs de stress dans notre échantillon pour chacune des classes d'âge. Des 66 individus étudiés, 46 (69,7 %) sont affectés par au moins un marqueur de stress et 20 (30,3 %) n'en présentent aucun. Cinq individus sont affectés par les trois marqueurs de stress, 19 sont affectés par deux marqueurs et 22 sont affectés par un seul marqueur. 42 individus ont les trois marqueurs observables, dont 34 en présentent au moins un. Des 34 individus qui présentent les HLE, 18 présentent aussi de l'HP et/ou des CO. Des 25 individus qui présentent les CO, 19 sont affectés par HP et/ou HLE. Des 16 individus qui présentent une HP, tous présentent aussi des CO et/ou HLE.

Discussion

Les marqueurs de stress que nous venons de mettre en évidence peuvent être reliés à des années de crise, connues par les sources historiques. Ces difficultés signent la double décennie 1700-1719, précédant de peu la peste de 1720-1722 ; elles ont marqué les premières années de vie des immatures de la collection de Martigues. Après une rapide présentation des crises de surmortalité qui ont affecté la population de Martigues, nous montrerons qu'il existe un lien entre la prévalence des marqueurs de stress observés à certains âges et les difficultés que ces individus ont traversées avant leur mort fin 1720-début 1721. Nous chercherons

ensuite à évaluer nos conclusions à l'aune de travaux précédents, portant tant sur des collections de pestiférés que sur des collections ostéo-archéologiques de Provence, pour l'Époque moderne.

Crises en Provence à la fin du XVII^e et au début du XVIII^e siècle

Les travaux menés par la deuxième auteure (IS) pointent des variations climatiques, notamment dans l'intensité et la saisonnalité des pluies, les guerres menées par Louis XIV et une succession d'épidémies qui ont conduit à des années de disette et de famine (Séguy, 2019). La figure 5 représente le nombre annuel de baptêmes, de mariages et de sépultures à Martigues entre 1690 et 1724, tels que relevés dans les registres paroissiaux de la ville. On peut observer une augmentation du nombre de sépultures en 1694 (famine), 1698 (famine), 1705 (canicule, sécheresse et épidémie infantile), 1709-1710 (Grand Hiver⁶, famine et épidémie), 1716 (hiver très froid), 1719 (canicule, sécheresse et épidémie infantile) et l'effet de la peste en 1720-1721. Ces événements sont aussi présentés dans le tableau S2 (voir Matériel supplémentaire).

Même si l'agriculture et l'élevage étaient pratiqués en Provence au XVIII^e siècle, les quantités produites étaient insuffisantes pour nourrir toute la population. La région dépendait donc de l'importation de denrées, notamment de céréales, en provenance des régions et des pays voisins (Séguy, 2019). En temps normal, ces échanges commerciaux

6 Épisode d'hiver exceptionnellement rigoureux, connu historiquement comme *Le Grand Hiver*.

7 Pour une description plus détaillée de ces crises, voir Séguy et al., 2012 ; Séguy, 2019 ; Batista-Goulart, 2021.

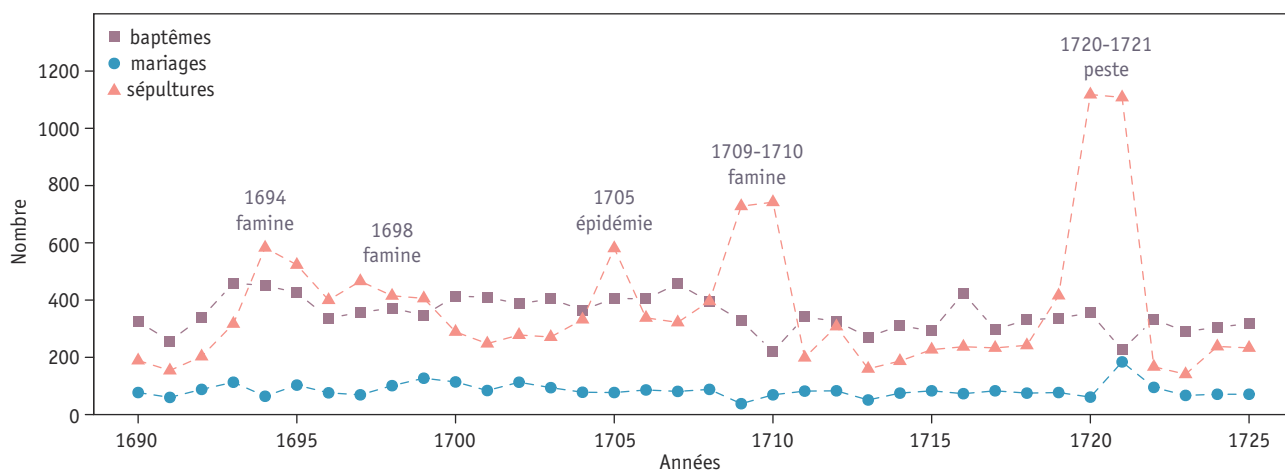


Figure 5. Nombre annuel de baptêmes, mariages et sépultures à Martigues entre 1690 et 1725 (source : registres paroissiaux de Martigues) / *Number per year of baptisms, marriages and burials in Martigues from 1690 to 1725 (source : Martigues parish registers)*

ne posaient pas de problème et la région pouvait acquérir les produits dont la population avait besoin. Cependant, au cours de la période qui précède la peste de 1720, plusieurs événements anormaux sont survenus, entraînant des pénuries alimentaires.

Stress observés et événements historiques

Tous les individus de la collection étudiée étant morts entre début octobre 1720 et début juin 1721, la classe d'âge la plus affectée par l'HP, c'est-à-dire autour de 15 ans (± 36 mois), est née entre 1702 à 1708. Ces individus ont donc tous vécu le Grand Hiver de 1709 et une partie d'entre eux a aussi survécu à la canicule de l'été 1705 et à l'épidémie infantile qui l'a suivie. Dans le cas des plus jeunes, entre 1 an (± 4 mois) à 6 ans (± 24 mois), il est possible que la forte prévalence de ce marqueur témoigne des difficultés vécues pendant les deux dernières crises, en 1716 et 1719, et pour les plus jeunes d'entre eux, seulement de la dernière (1719).

La prévalence des CO dans cet échantillon peut aussi être liée aux privations subies pendant le Grand Hiver, et qui ont eu lieu à différents moments de leur vie : au début de la vie pour les enfants de 8 ans (± 24 mois) à 12 ans (± 30 mois), et pendant la vie utérine pour les enfants de 7 ans (± 24 mois) à 12 ans (± 30 mois). De plus, il faut considérer les effets de ces stress sur les grossesses en cours pendant le Grand Hiver, qui ont pu affecter les enfants âgés de 7 ans (± 24 mois) à 12 ans (± 30 mois). Comme ces sujets sont morts environ 10 ans après le Grand Hiver, il est possible que leurs conditions de vie, entre 1710 et 1720, ne se soient pas suffisamment améliorées pour permettre la cicatrisation des CO et de l'HP. Ce fait est corroboré par l'existence des deux dernières crises avant la peste. Les individus du groupe d'âge des 1 an (± 4 mois) à 6 ans (± 24 mois) sont nés après le Grand Hiver, mais ils ont néanmoins connu la dernière ou les deux dernières crises avant la peste. La figure 6 met en concordance la période

de naissance des individus étudiés (assortie de sa marge de variation), avec les crises connues historiquement, indiquées dans le tableau S2 (voir Matériel supplémentaire).

Dans le cas des HLE, il faut considérer les années de formation dentaire, en plus des années probables de naissance. Dans le groupe des 10 ans (± 30 mois), c'est-à-dire les immatures nés entre 1707 et 1712, sur les sept individus analysés, un seul ne présente aucune trace du marqueur. En considérant les années de naissance possibles, quelques individus de cette classe ont vécu le Grand Hiver durant leur vie utérine, d'autres entre 0 et 3 ans. Selon Buikstra et Ubelaker (1994), la période (post-natale) de 6 mois à 7 ans correspond au moment de formation de la couronne dentaire des incisives, des canines, des prémolaires et des premières molaires permanentes. Ainsi, il est fort probable qu'une bonne partie de ces individus ait connu le Grand Hiver au moment de la formation de leurs dents permanentes. Les individus les plus jeunes de ce groupe d'âge, dont la formation dentaire a eu lieu après le Grand Hiver, ont forcément connu au moins une des deux dernières crises antérieures à la peste, celles de 1716 et 1719.

Les individus dont l'âge au décès estimé est de 15 ans (± 36 mois) sont nés entre 1702 et 1708. Ils ont donc connu la famine de 1709-1710 et une partie d'entre eux a aussi connu l'épidémie infantile de 1705. Au moment du Grand Hiver, ces enfants avaient entre 2 et 8 ans, ce qui correspond, comme nous l'avons vu, à l'âge de formation des couronnes dentaires des incisives, des canines, des prémolaires et des deuxièmes molaires permanentes. Les plus âgés d'entre eux, ceux nés entre 1702 et 1705, ont aussi traversé la crise de 1705 au moment de leur développement dentaire. La probabilité que les individus de la classe d'âge des 15 ans (± 36 mois) aient traversé au moins une crise est très grande, et la probabilité qu'ils aient connu deux épisodes de crise est non négligeable (figure 6). Ce fait pourrait expliquer le plus fort pourcentage d'individus affectés par les HLE dans ce groupe d'âge.

La figure 7 montre une chronologie des périodes de naissance et de développement dentaire des groupes d'âge 10 ans (± 30 mois) et 15 ans (± 36 mois), ainsi que les crises attestées historiquement. Nous pouvons visualiser les possibles crises vécues dans les âges où les HLE sont susceptibles de se former, c'est-à-dire les âges de formation des couronnes dentaires.

Par ailleurs, si l'on considère les stress survenus en tout début de la vie, plusieurs facteurs peuvent influencer la santé des nourrissons, comme les conditions de l'accouchement, les soins donnés aux nouveau-nés, l'exposition à des maladies et la qualité de leur alimentation. Il faut également considérer leurs conditions de vie fœtale. On sait en effet que la malnutrition pendant la grossesse a une influence directe sur le développement du bébé (Lumey et Van Poppel, 1994). Elle en a aussi durant le postpartum, où il est important que la mère renouvelle les nutriments perdus pendant la grossesse et l'accouchement (OMS, 2016) et consomme des vitamines A, B1, B6 et D qui influent sur la composition du lait maternel (Butte et al., 2002 ; Segura et al., 2016). Il

faut aussi rappeler que les stress physiques et psychologiques peuvent empêcher la production de lait en quantité et en qualité suffisantes (Dewey, 2001).

Il est clair que les conditions de vie ordinaires qui prévalaient à Martigues au tout début du XVIII^e siècle ne garantissaient pas la survie des nouveau-nés, dont plus du tiers n'atteignait pas leur premier anniversaire, ni la bonne santé des enfants survivants. Ces mauvaises conditions ont été aggravées par la série de difficultés relevées dans la double décennie 1700-1720. À la lumière des connaissances actuelles sur la nutrition maternelle et l'allaitement, il apparaît que les individus de notre échantillon, qui sont nés autour (avant, pendant ou après) des périodes de pénurie alimentaire et/ou d'épidémies, ont dû être carencés à plus d'un titre : (1) par les carences en fer qui devaient affecter nombre de mères en temps ordinaires, et qui devaient être beaucoup plus marquées lors des épisodes de famine ; (2) par les conséquences d'une sous-alimentation aigue sur le statut nutritionnel des femmes gestantes et sur la qualité du lait maternel ; (3) par les conséquences non moins négligeables

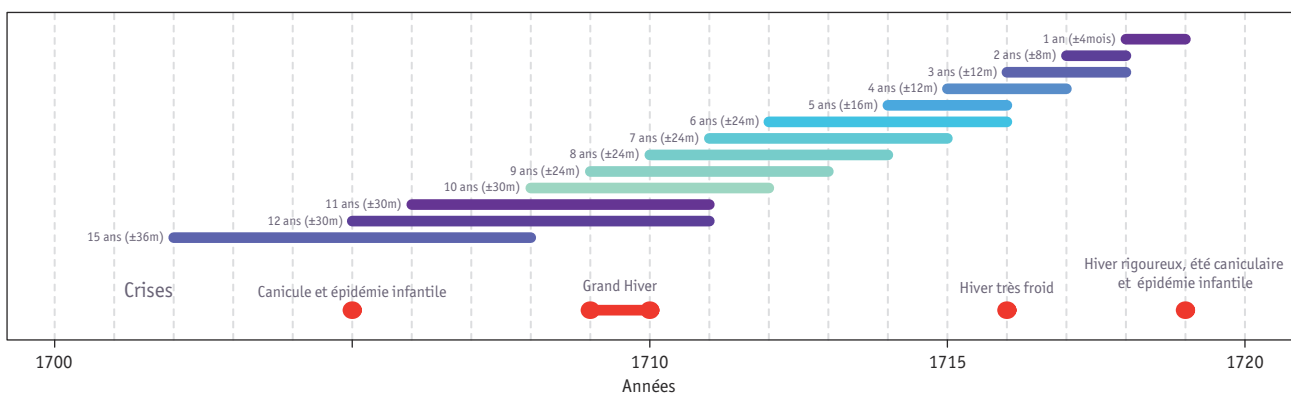


Figure 6. Chronologie des périodes de naissance et des crises. Cette frise indique les périodes de naissances de chacun des groupes d'âge considérés (dégradé de bleu-vert) et, en rouge, les crises connues historiquement, avec indication de leur nature. L'objectif est de situer l'intervalle des années de naissance correspondant à chaque groupe d'âge par rapport aux années de crises / *Chronology of birth periods and crises, showing birth periods for each of the age groups considered (in blue-green) and, in red, historically known crises with an indication of their nature. The aim is to situate the interval of birth years for each age group in relation to the crisis years*

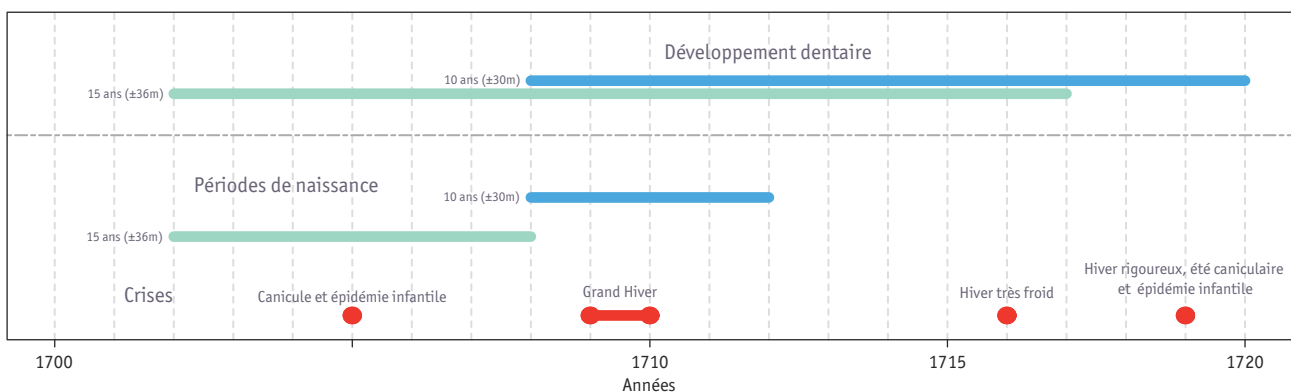


Figure 7. Chronologie des périodes de naissance, de développement dentaire et des crises. Cette frise, comme la précédente, indique les périodes de naissances correspondant à deux groupes d'âge (et non pas de deux individus). Elle permet de visualiser la concomitance entre les années de crise et la période de formation dentaire des groupes d'âges les plus affectés par les HLE / *Chronology of birth periods, dental development and crises, showing the birth periods for two age groups (and not two individuals) and thus the concomitance between crisis years and the period of dental formation of the age groups most affected by LEH*

des stress physiques et psychologiques endurés dans ces moments de vulnérabilité ; (4) par la difficulté à trouver une alimentation de complément ou de substitution au lait maternel en période de disette ; (5) par les risques épidémiques d'autant plus élevés que les maladies infantiles étaient endémiques et que les familles vivaient dans une grande promiscuité. Autant de facteurs susceptibles d'impacter durablement la santé des enfants et dont la collection étudiée porte trace.

Comparaison avec d'autres travaux

Le tableau S3 (voir Matériel supplémentaire) récapitule la prévalence des marqueurs de stress observé à Martigues et dans de précédents travaux, en lien avec le thème de la peste ou proches de notre période chronologique. La rareté des études anthropologiques portant sur des collections de pestiférés de l'Époque moderne en Europe rend impossible une comparaison fiable de nos résultats avec ceux obtenus par d'autres travaux, qui sont tous éloignés dans le temps et/ou dans l'espace. Kacki (2016 ; 2017) a observé que la peste n'est pas sélective par rapport à l'état sanitaire, c'est-à-dire que leur état de santé soit bon ou mauvais, face à une épidémie de peste, les individus ont les mêmes risques d'en mourir. De notre côté, nous pensons que les difficultés subies pendant l'enfance sont un élément explicatif plus pertinent qu'une sélection par la peste des individus plus faibles pour expliquer la présence des marqueurs de stress. Par conséquent, une comparaison avec des collections plus proches géographiquement et chronologiquement de la nôtre semble préférable à une comparaison qui se focaliserait sur les victimes de précédentes épidémies de peste (Kacki et Castex, 2014 ; Kacki, 2016 ; 2017 ; de Lépinou et al., 2021), où les individus n'ont pas nécessairement été exposés aux mêmes conditions environnementales, ni aux mêmes règles sociales qu'en Provence, en raison de la distance géographique et/ou chronologique.

Les populations étudiées par Perrin sont les plus proches géographiquement et chronologiquement des nôtres (Perrin et al., 2019 ; Perrin, 2021). Perrin a analysé de possibles variations dans l'état sanitaire entre l'Ancien Régime et le début de la période industrielle, en comparant deux échantillons provençaux, issus de la ville de La Ciotat (1581-1831, 447 adultes et 310 immatures) et du cimetière des Crottes à Marseille (1784-1905, 395 adultes et 137 immatures), deux villes de basse Provence. Quelques individus du site de La Ciotat, inhumés durant la phase 2 (1640-1710) et au début de la phase 3 (1710-1830), sont contemporains de ceux de Martigues, mais il n'est pas possible de les identifier. Il est donc très probable que, parmi les immatures inhumés aux phases 2 et 3⁸, certains aient aussi été victimes des crises (1705, 1709-1710, 1716 et 1719) qui ont affecté la basse

Provence avant la peste de 1720 (Ségué, 2016). Les immatures de La Ciotat (phases 2 et 3) ont une prévalence de 76,8 % pour la HLE (tableau 4), contre 58,6 % pour ceux de Martigues. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, ces deux échantillons ne sont pas statistiquement différents (en raison de la faiblesse des effectifs en observation – test exact de Fisher). Il en est de même pour la CO (3,4 % à La Ciotat et 50 % à Martigues) et l'HP (1,3 % à La Ciotat et 28,6 % à Martigues ; tableaux 4-5).

La Ciotat	Date	Corpus	HLE (%)	HP (%)	CO (%)
Phase 2	1640-1710	Immature	76,8	1,3	3,4
Phase 3	1710-1831				
Phase 3	1710-1831	Adulte	66,2	6,2	0

Tableau 4. Prévalences des marqueurs de stress à La Ciotat (d'après Perrin, 2021) / *Prevalence of stress markers at La Ciotat (after Perrin, 2021)*

La Ciotat	Date	Corpus	HLE (p-value)	HP (p-value)	CO (p-value)
Phase 2	1640-1710	Immature	1	1	0,5
Phase 3	1710-1831				
Phase 3	1710-1831	Adulte	1	1	0,5

Tableau 5. Résultats de la comparaison entre l'échantillon de Martigues et celui de La Ciotat / *Results of the comparison between the Martigues and La Ciotat samples*

Considérant la période d'occupation du site, certains des adultes inhumés à La Ciotat, lors de la phase 3, ont traversé les mêmes années d'enfance que certains immatures de Martigues. Il est donc intéressant d'examiner aussi la prévalence des marqueurs de stress chez ces adultes, dont 66,2 % présentent des HLE, mais qui ne sont aucunement atteints par les CO. Leur prévalence de l'HP est de 6,2 % (tableau S3). Les différences de prévalence de ces marqueurs de stress entre les immatures de Martigues et les adultes de La Ciotat ne sont pas non plus statistiquement significatives (tableau 5). Les individus de La Ciotat et ceux de Martigues ont vécu les mêmes difficultés dans leur enfance ; on ne peut cependant pas pousser la comparaison plus loin, ni même étudier l'état sanitaire des ciotadens après la peste car, à la différence de Martigues, La Ciotat ne fut pas touchée par l'épidémie de 1720-1722 (Biraben, 1975).

Conclusions

Dans cette étude, nous avons évalué l'impact de difficultés climatiques, environnementales alimentaires et épidémiques, survenues avant la peste de 1720, sur l'état sanitaire d'un échantillon d'individus immatures décédés précisément durant cette peste. Ce travail détaillé n'a été possible que parce que nous connaissons la date et la cause

8 Le test de Fisher conclue à une absence de différence significative entre les deux échantillons pour les CO et les HLE. Il est donc possible de les regrouper, comme cela avait été fait par Marie Perrin pour l'HP.

du décès des individus observés, qui sont par ailleurs contemporains entre eux. Tous ont vécu les mêmes événements, ont été soumis aux mêmes règles sociales ; ce qui nous affranchit des biais ordinairement rencontrés avec des échantillons hétérogènes.

Nous avons observé un lien entre la prévalence des marqueurs de stress et les crises connues historiquement, notamment dans les classes d'âge des 10 ans (± 30 mois) et 15 ans (± 36 mois). Ces squelettes témoignent des mauvaises conditions de vie qui prévalaient à Martigues à la veille de la peste, conséquences en partie des crises précitées.

L'apport de cette étude est double : d'une part, mesurer sans biais l'impact de difficultés sévères sur l'état de santé d'une population d'immaturs et en souligner l'importance à différents âges-clés ; d'autre part, mettre en évidence les catégories de population les plus vulnérables : les jeunes enfants et, à travers leurs stigmates, leurs mères gestantes et allaitantes. Étudier une épidémie du passé permet de bénéficier du recul nécessaire pour évaluer ses conséquences à long terme, au prisme de l'organisation sociale et des inégalités de genre. Quelles que soient les époques, les crises affectent significativement plus certaines catégories de la population, et pouvoir mettre en place des mesures de protection spécifiques, notamment pour les enfants et les femmes en âge de procréer, permettraient d'en atténuer les effets.

Cette étude doit naturellement être complétée par l'analyse de la population adulte. Les méthodes d'estimation d'âge étant différentes pour les immatures et pour les adultes, il convient de proposer une analyse statistique adaptée à chacun des corpus. L'examen des variations des marqueurs de stress, selon l'âge et selon le sexe, dans la population adulte fera l'objet d'une autre publication.

Cette étude ouvre sur des perspectives intéressantes : d'une part, nous prévoyons d'inclure d'autres indicateurs de l'état sanitaire, tels que des réactions périostées, les caries ou les pertes dentaires ante-mortem, dans nos prochaines analyses ; d'autre part, nous reprendrons des études sur l'alimentation, à partir des analyses isotopiques et/ou de la micro-usure dentaire. Des analyses statistiques plus approfondies sont en cours de réalisation pour évaluer le poids relatif des indicateurs de stress étudiés.

Remerciements

Nous voulons remercier Geraldine Granados (INAH, Mexique) et Arnaud Bringé (Ined, France), pour les très fructueuses discussions.

Matériel supplémentaire

Les tableaux S1 à S3 sont consultables à l'adresse : <https://journals.openedition.org/bmsap/11754?file=1>.

Références

Barker DJ, Osmond C, Golding J et al (1989) Growth in utero, blood pressure in childhood and adult life, and mortality from

cardiovascular disease. *British Medical Journal (Clinical research edition)* 298(6673):564-567 [<https://doi.org/10.1136%2Fbmj.298.6673.564>]

- Batista-Goulart L (2021) L'impact biologique et social des catastrophes : bioarchéologie des victimes de peste à Martigues (XVIII^e siècle, Bouches-du-Rhône). Thèse de doctorat, Université Côte D'Azur, Nice, 432 p [<https://hal.science/tel-03618054>]
- Biraben JN (1975) Les hommes et la peste en France et dans les pays européens et méditerranéens, EHESS, Paris, 416 p
- Bocquet-Appel J-P, Naji S, Bandy M (2008) Demographic and health changes during the transition to agriculture in North America. In: Bocquet-Appel J-P (ed) *Recent Advances in Palaeodemography*. Springer, pp 277-292 [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6424-1_10]
- Buikstra JE, Ubelaker DH (1994) Standards for Data Collection from Human Skeletal Remains. *Proceedings of a seminar at the Field Museum of Natural History, Arkansas Archeological Survey, Fayetteville*, 272 p
- Butte N, Lopez-Alaracon M, Garza C (2002) Nutrient adequacy of exclusive breastfeeding for the term infant during the first six months of life. *World Health Organization*, 47 p [<https://apps.who.int/iris/handle/10665/42519>]
- Dewey KG (2001) Maternal and fetal stress are associated with impaired lactogenesis in humans. *The Journal of Nutrition* 131(11):3012S-3015S [<https://doi.org/10.1093/jn/131.11.3012s>]
- Finer S, Iqbal MS, Lowe R et al (2016) Is famine exposure during developmental life in rural Bangladesh associated with a metabolic and epigenetic signature in young adulthood? A historical cohort study. *British Medical Journal Open* 6(11):e011768 [<https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-011768>]
- Fisher RA (1935) *The Design of Experiments*. Oliver and Boyd, Edinburgh
- Goodman AH, Armelagos GJ (1985) The chronological distribution of enamel hypoplasia in human permanent incisor and canine teeth. *Archives of Oral Biology* 30(6):503-507 [[https://doi.org/10.1016/0003-9969\(85\)90097-4](https://doi.org/10.1016/0003-9969(85)90097-4)]
- Goodman AH, Martin DL (2002) Reconstructing healthy profiles from skeletal remains. In: Steckel RH, Rose JC (eds) *The Backbone of History*. Cambridge University Press, Cambridge, pp 11-60
- Granados Vázquez GG (2020) Propuesta de un modelo teórico-metodológico para el estudio de la vulnerabilidad en el pasado. El caso de Monte Albán. Thèse de doctorat, Escuela Nacional de antropología Física, México, 247 p
- Herrscher E (2001) Contribution de l'analyse paléopidémologique et paléobiogéochimique à la connaissance de la santé et de l'alimentation à la fin du Moyen Âge Église Saint-Laurent de Grenoble (XIII^e-XV^e siècle, France). Thèse de doctorat, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 337 p
- Hillson S (2014) Dental markers of disease and malnutrition. In: Hillson S (ed) *Tooth Development in Human Evolution and Bioarchaeology*. Cambridge University Press, Cambridge, pp 162-197
- Kacki S (2016) Influence de l'état sanitaire des populations anciennes sur la mortalité en temps de peste. Contribution à la paléopidémologie. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux, Pessac, 750 p [<https://theses.hal.science/tel-01370446>]

- Kacki S (2017) Influence de l'état sanitaire des populations du passé sur la mortalité en temps de peste : contribution à la paléoépidémiologie. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* 29(3-4):202-212 [<https://doi.org/10.1007/s13219-017-0189-6>]
- Kacki S, Castex D (2014) La sépulture multiple de la basilique des Saints Martyrs Just et Pastor : bio-archéologie des restes humains. *Quaderns d'Arqueologia i Història de la Ciutat de Barcelona* 10:180-199
- Larsen CS (2015) *Bioarchaeology: Interpreting Behavior from the Human Skeleton*. Cambridge University Press, Cambridge, 654 p
- de Lépinau A, Castex D, Brzobohatá H et al (2021) Entre peste et famine : caractérisation d'une crise de mortalité par l'étude de trois sépultures multiples du site de Kutná Hora – Sedlec (République tchèque, XIV^e siècle). *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* 33(2) [<https://doi.org/10.4000/bmsap.7664>]
- Lumey LH, Van Poppel FWA (1994) The Dutch famine of 1944-45: Mortality and morbidity in past and present generations. *Social History of Medicine* 7(2):229-246 [<https://doi.org/10.1093/shm/7.2.229>]
- Molnar S (1971) Human tooth wear, tooth function and cultural variability. *American Journal of Physical anthropology* 34(2): 175-189 [<https://doi.org/10.1002/ajpa.1330340204>]
- Moorrees CFA, Fanning EA, Hunt EE (1963a) Age variation of formation stages for ten permanent teeth. *Journal of Dental Research* 42(6):1490-1502 [<https://doi.org/10.1177/00220345630420062701>]
- Moorrees CFA, Fanning EA, Hunt EE (1963b) Formation and resorption of three deciduous teeth in children. *American Journal of Physical anthropology* 21(2):205-213 [<https://doi.org/10.1002/ajpa.1330210212>]
- Perrin M, Ardagna Y, Richier A et al (2019) Paléopathologie dentaire et époque contemporaine : le cimetière des Crottes à Marseille, 1784-1905. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* 31(3-4):153-170 [<https://doi.org/10.3166/bmsap-2018-0035>]
- Perrin M (2021) État sanitaire entre ancien Régime et révolution industrielle. Étude paléoépidémiologique de deux populations provençales. Thèse de doctorat, Aix-Marseille Université, Marseille, 550 p
- OMS (2016) *Guideline: Iron supplementation in postpartum women*. World Health Organization, Geneva [<https://apps.who.int/iris/handle/10665/249242>]
- Ortner DJ (2003) *Identification of Pathological Conditions in Human Skeletal Remains*. Second Edition. Academic Press, San Diego, 664 p
- Polet C (2016) The impact of gender, age, social status and spatial distribution on the ancient Easter Islanders' diet. In: Valentin F, Molle G (eds) *La pratique de l'espace en Océanie découverte, appropriation et émergence des systèmes sociaux traditionnels spatiaux*. Actes de la séance de la Société Préhistorique Française. Société Préhistorique Française, Paris, pp 111-124
- Polet C, Orban R (2001) Les dents et les ossements humains – Que mangeait-on au Moyen Âge ? *Brepols Turnhout-Belgium*, Louvain, 188 p
- Portrait F, Teeuwiszen E, Deeg D (2011) Early life undernutrition and chronic diseases at older ages: The effects of the Dutch famine on cardiovascular diseases and diabetes. *Social Science and Medicine* 73(5):711-718 [<https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2011.04.005>]
- Quade L, Gowland RL (2021) Height and health in Roman and Post-Roman Gaul, a life course approach. *International Journal of Paleopathology* 35:49-60 [<https://doi.org/10.1016/j.ijpp.2021.10.001>]
- Quatrehomme G (2015) *Traité d'anthropologie médico-légale*. De Boeck, Louvain-la-Neuve, 1862 p
- Rivera F, Lahr MM (2017) New evidence suggesting a dissociated etiology for cribra orbitalia and porotic hyperostosis. *American Journal of Physical anthropology* 164(1):76-96 [<https://doi.org/10.1002/ajpa.23258>]
- Rotar O, Moguchaia E, Boyarinova M et al (2015) Seventy years after the siege of Leningrad: does early life famine still affect cardiovascular risk and aging? *Journal of Hypertension* 33(9): 1772-1779 [<https://doi.org/10.1097/hjh.0000000000000640>]
- Santos RV, Coimbra CEA (1999) Hardships of contact: Enamel hypoplasias in Tupi-Monde Amerindians from the Brazilian Amazonia. *American Journal of Physical anthropology* 109(1): 111-127 [[https://doi.org/10.1002/\(sici\)1096-8644\(199905\)109:1%3C111::aid-ajpa9%3E3.0.co;2-5](https://doi.org/10.1002/(sici)1096-8644(199905)109:1%3C111::aid-ajpa9%3E3.0.co;2-5)]
- Schaefer M, Black S, Scheuer L (2009) *Juvenile Osteology: A Laboratory and Field Manual*. Academic Press, London, 384 p [<https://doi.org/10.1016/b978-0-12-374635-1.x0001-x>]
- Scheuer L, Black S (2004) *The Juvenile Skeleton*. Elsevier Academic Press, New York, 400 p
- Segura SA, Ansótegui JA, Díaz-Gómez NM (2016) The importance of maternal nutrition during breastfeeding: Do breastfeeding mothers need nutritional supplements? *anales de Pediatría* 84(6): 347.e1-347.e7 [<https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2015.07.024>]
- Séguy I (2019) *Clima, hambruna y ayuda mutua alimentaria en Provenza (Francia) entre 1690 y 1710*. In: Cramaussel C (ed) *La incidencia demográfica de las crisis de subsistencia, escasez y epidemias. Comparaciones entre el Viejo Mundo y el Nuevo Mundo*. Colegio de Michoacán, Zamora, pp 55-90
- Séguy I, Bernigaud N, Bringé A et al (2012) A geographic information system for the study of past epidemics: The 1705 epidemic in Martigues (Bouches-du-Rhône, France). *Canadian Studies in Population* 39(3-4):107-122
- Smith BH (1991) Standards of human tooth formation and dental age assessment. In: Kelley MA, Larsen CS (eds) *Advances in Dental anthropology*. Wiley-Liss, New York, pp 143-168
- Steckel RH, Rose JC (2002) *The Backbone of History*. Cambridge University Press, Cambridge, 654 p [<https://doi.org/10.1017/CBO9780511549953>]
- Stuart-Macadam P (1985) Porotic hyperostoses: Representative of a childhood condition. *American Journal of Physical anthropology* 66(4):391-398 [<https://doi.org/10.1002/ajpa.1330660407>]
- Tzortzis S (2009) *Archives biologiques et archives historiques : une approche anthropologique de l'épidémie de peste de 1720-1721 à Martigues (Bouches-du-Rhône, France) - vol 1*. Thèse de doctorat, Université de la Méditerranée – Aix-Marseille II, Marseille, 280 p

- Tzortzis S, Signoli M (2009) Les tranchées des Capucins de Ferrières (Martigues, Bouches-du-Rhône, France). Un charnier de l'épidémie de peste de 1720 à 1722 en Provence. *Comptes Rendus - Palevol* 8(8):749-760 [<https://doi.org/10.1016/j.crpv.2009.06.005>]
- Ubelaker DH (1989) Human Skeletal Remains, Excavation, Analysis, Interpretation. *Manuals of Archaeology*. Taraxacum, Washington, 172 p