

PREMIO : excellence

***La déficience en vitamine D :
Application de nouvelles méthodes
diagnostiques histologiques et radiographiques
basées sur les dents***

**Rose-Ann Bigué
Université de Montréal**



2019

Hors-Série No. 4

La déficience en vitamine D:
*Application de nouvelles méthodes
diagnostiques histologiques et radiographiques
basées sur les dents*

Rose-Ann Bigué
Université de Montréal

PREMIO : excellence

Collection Hors-Série No. 4

Comité éditorial pour ce numéro :
Isabelle Ribot UdeM
Guy Lanoue UdeM
Amal Haroun UdeM

PREMIO : excellence est une collection hors-série réservée aux étudiants de tous les niveaux. Chaque numéro est dédié à un seul auteur dont la soumission a été jugée et acceptée par un comité d'évaluation.

© Université de Montréal. Département d'anthropologie, 2019
éditions@anthro, Montréal, 2019

<https://anthropo.umontreal.ca/departement/editionsanthro/>

ISBN : 978-2-9818195-4-3



Couverture : Rose-Ann Bigue, 2018.

RÉSUMÉ

Cet article a pour but d'appliquer les méthodes histologiques et radiographiques dentaires élaborées par D'Ortenzio et al. (2016, 2017) afin de diagnostiquer la déficience en vitamine D sur deux échantillons dentaires issus de collections historiques québécoises : le cimetière Sainte-Marie en Beauce (1748-1878) et le cimetière protestant Saint-Matthew de Québec (1771-1860). La méthode radiographique est comparée à la méthode histologique afin de déterminer la concordance des résultats entre les deux méthodes, en plus d'évaluer la présence ou non de déficience en vitamine D au sein des deux échantillons. En présence de déficience en vitamine D, le moment de l'épisode pathologique et le degré de sévérité de la pathologie sont estimés dans cet article grâce aux données histologiques. Les résultats obtenus indiquent que la déficience en vitamine D n'est pas exclusive au milieu urbain malgré la croissante industrialisation des villes du Québec au XIXe siècle.

INTRODUCTION

La déficience en vitamine D est un désordre métabolique qui persiste encore aujourd'hui, et qui, malgré de nombreuses méthodes de prévention, continue d'affecter la santé de différentes populations provenant de plusieurs pays développés tels que l'Australie, le Royaume-Uni, le Canada et les États-Unis (Ward et al. 2007, 161). Ward et collègues (2007) ont publié une large étude surveillant 2325 pédiatres canadiens pendant deux ans (de 2002 à 2004), celle-ci ayant permis de révéler la présence de 104 cas confirmés de déficience en vitamine D. De plus, ils concluent à une incidence de 2,9 sur 100 000, les populations du nord et les individus à la peau foncée ne consommant pas de suppléments en vitamine D étant les plus affectés (Ward et al. 2007, 161).

Par ailleurs, les carences en vitamine D sont également observées dans les populations passées. En effet, de nombreuses études paléanthropologiques se sont penchées sur le parcours évolutionnaire de cette pathologie (ex. Jablonski et Chaplin 2012). Quant aux études bioarchéologiques, elles s'attardent plutôt sur les critères diagnostiques liés aux tissus squelettiques et dentaires (Ortner et Mays 1998 ; Mays, Brickley et Ives 2006 ; D'Ortenzio et al. 2016; D'Ortenzio et al. 2017, etc.) Cet article a donc pour but d'appliquer deux nouvelles méthodes diagnostiques de la déficience en vitamine D développées par D'Ortenzio et al. (2016, 2017), l'une radiographique et l'autre histologique, sur l'analyse de la dentition. Ces méthodes seront appliquées à deux échantillons provenant de populations archéologiques québécoises : le cimetière Sainte-Marie en Beauce (1748-1878) et le cimetière protestant Saint-Matthew de Québec (1771-1860) (Ethnoscop 2006 ; D'Ortenzio et al. 2016). Cette étude vise à répondre aux questions de recherche suivantes : y a-t-il une concordance entre les données radiographiques et les données histologiques en ce qui concerne le diagnostic de déficience en vitamine D? Est-il possible de déterminer le degré de sévérité de cette pathologie ainsi que l'âge à laquelle elle s'est développée?

Qu'est-ce que la déficiência en vitamine D?

La vitamine D est une hormone de la famille des stéroïdes dont la fonction principale est de maintenir l'homéostasie du calcium dans le corps (Holick 2007, 267). Une déficiência en vitamine D peut donc diminuer la capacité du corps à absorber le calcium et le phosphore (Holick 2007, 267). La vitamine D peut être synthétisée par la réception des rayons UV de la lumière naturelle du soleil ou par la consommation d'aliments contenant de la vitamine D, celle-ci intégrant par la suite le système circulatoire et étant transformée par les reins et le foie avant d'affecter les tissus corporels (Brickley, Moffat et Watamaniuk 2014, 49). Plusieurs facteurs peuvent ainsi causer une déficiência en vitamine D : un manque de lumière naturelle, une carence en vitamine D dans la diète, une maladie génétique ou un trouble de malabsorption (Mankin 1974, 103 ; Holick 2007, 269). La latitude a un impact sur l'angle du zénith du soleil et donc sur la quantité de radiations UV qui atteint la terre (Jablonski et Chaplin 2018, 55). Les endroits près de l'Équateur reçoivent ainsi davantage de radiations UV que ceux près des pôles (Jablonski et Chaplin 2018, 55). Par ailleurs, il a également été suggéré que les changements dans la pigmentation en mélanine de la peau ont permis aux humains d'obtenir une quantité adéquate de vitamine D dans des latitudes plus élevées (Jablonski et Chaplin 2000 ; 2010). Plusieurs facteurs culturels et anthropiques peuvent affecter l'exposition de la peau aux radiations UV : les vêtements, le temps passé à l'extérieur, les types de bâtiment, la migration, la pollution, les pratiques de travail, etc. (Brickley, Moffat et Watamaniuk 2014, 50 ; Jablonski et Chaplin 2018, 54).

En ce qui concerne la diète, les poissons huileux (ex. thon, saumon, anguille), le jaune d'œuf, le foie et les aliments enrichis en vitamine D sont des sources de vitamine D, alors que les grains entiers, certaines noix et certains produits du soya contiennent des phytates nuisant au métabolisme du calcium et de la vitamine D (IOM 2011 ; Brickley, Moffat et Watamaniuk 2014, 51). Toutefois, la levure peut désintégrer les phytates, faisant en sorte que le pain levé a moins d'impact que le pain plat (Nävert, Sandström et Cederblad 1985, 47). La qualité de la diète est fortement liée à l'écologie des populations, aux préférences diététiques, aux pratiques alimentaires culturelles ainsi qu'au statut socioéconomique (Brickley, Moffat et Watamaniuk

2014, 51). Finalement, lorsque la déficience en vitamine D chez les juvéniles est étudiée, la mère et l'enfant doivent être considérés en dyade, une mère déficiente en vitamine D affectant l'enfant par transfert *in utero* et par le lait maternel après la naissance (Kovacs 2008, 521S ; Lucas et al. 2008, 716). Plusieurs études épidémiologiques ont également démontré une association entre un faible taux en vitamine D certaines pathologies, telles que les maladies cardiovasculaires, les maladies infectieuses, les maladies auto-immunes, les cancers et les fractures. (Lockau et Atkinson 2017; Harvey et Cooper 2012 ; Davies 1985 ; Bolland et al. 2014).

Lésions squelettiques et dentaires reliées à la déficience en vitamine D

En paléopathologie, le terme « rachitisme » réfère, chez les juvéniles, à l'absence ou la réduction de la calcification endochondrale au niveau des plaques de croissance des os, résultant en la déformation de celles-ci sous la pression mécanique du poids des individus (Elder et Bishop 2014, 1665). Le terme « ostéomalacie », quant à lui, réfère aux changements associés à la déficience en vitamine D chez les adultes, c'est-à-dire une mauvaise minéralisation de l'os se produisant sur la matrice osseuse existante (Brickley, Moffat, et Watamaniuk 2014, 53). Les lésions associées à la déficience en vitamine D selon le tissu affecté et l'âge sont présentées au Tableau 1. Peu de ces lésions peuvent être prises en compte de façon isolée afin de diagnostiquer la déficience en vitamine D, la présence de plusieurs de ces types de lésions étant souvent nécessaire afin de poser un diagnostic (Brickley, Moffat, et Watamaniuk 2014, 52).

Tableau 1 : Lésions principales associées à la déficience en vitamine D selon le tissu affecté et l'âge

Lésion	Tissu(s) affecté(s)	Bambin	Enfant	Adolescent	Adulte
Porosité	Crâne, orbites, côtes	X	X	X	X
Déformation	Ramus mandibulaire	X	N.R.	N.R.	N.R.
Hypoplasie dentaire	Dents	X	X	Peut être présente en tant que lésion subsistant de l'enfance	Peut être présente en tant que lésion subsistant de l'enfance
Éruption dentaire retardée	Dents	X	X	N.A.	N.A.
Dentine interglobulaire	Dents	X	X	X	Peut être présente en tant que lésion subsistant de l'enfance
Épaississement et évaselement des extrémités sternales	Côtes	X	X	N.R.	N.R.
Courbure anormale	Côtes, sternum, vertèbres, sacrum, pelvis, clavicule, os longs	X	X	X	X
Pseudo-fractures	Côtes, vertèbres, pelvis, clavicule, os longs	X	X	X	X
Élargissement des plaques de croissance	Os longs	X	X	X	N.A.
Épaississement de la diaphyse	Os longs	X	X	N.A.	N.A.

Brickley, Moffat et Watamaniuk 2014 ; Ortner et Mays 1998 ; El-Najjar, Desanti et Ozebek 1978 ; D'Ortenzio et al. 2017 ; Walker et al. 2009. N.R. = non répertorié, N.A. = non applicable.

Contexte préhistorique et historique de la déficience en vitamine D

Les plus anciennes traces de déficience en vitamine D remontent au Pléistocène tardif sur les sites de Tabun et Skhul situés en Israël, démontrant que ce type de carence vitaminique n'est pas exclusif aux populations historiques et modernes (Brickley et al. 2017, 423). De plus, une récente étude de Mays et al. (2018) sur des squelettes provenant de nombreux sites datant des 1^{er} et 6^e siècles DNE atteste de la présence et de la fréquence de la déficience en vitamine D à l'époque romaine (Figure 1). D'ailleurs, la présence de ce type de carence vitaminique en Rome antique a été documentée par le physicien Soranus d'Ephesus (1^{er} siècle DNE) lorsqu'il écrit : « les jambes tordues aux cuisses quand l'enfant veut marcher aux alentours » (Minozzi et al. 2012, 277). Les résultats des chercheurs indiquent une influence de la latitude sur la prévalence des carences en vitamine D chez les subadultes (Mays et al. 2018, 6). De plus, le profil d'âge assez jeune des individus présentant des lésions associées

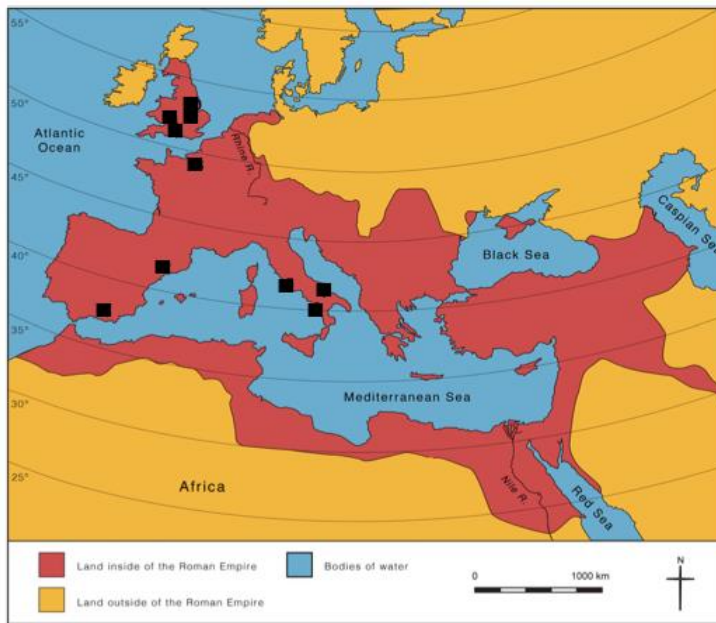


Figure 1 : répartition des sites romains (carrés noirs) étudiés par Mays et collègues 2018. Source : Mays et al. 2018, modifié par Rose-Ann Bigué.

aux carences en vitamine D (porosité orbitale, courbure anormale des os, évasement des extrémités sternales des côtes, etc.) pourrait signifier que les individus malades auraient été contenus à l'intérieur, amplifiant le déficit en vitamine D (Mays et al. 2018, 4, 8). Pour les enfants plus jeunes que 2 mois au décès, une déficience en vitamine D chez la mère a pu être transmise à l'enfant (Minozzi et al. 2012, 278). Aucun lien n'a été révélé entre la vie à la ville et une augmentation des cas de déficience en vitamine D, toutefois, la taille des villes était encore faible, tout comme leur développement industriel (Mays et al. 2018, 8-9).

L'étude de Giuffra et collègues (2015) a permis de démontrer que la déficience en vitamine D peut également affecter les classes sociales supérieures, les facteurs culturels influençant donc fortement l'apport en vitamine D. En effet, les chercheurs ont découvert la présence de carences en vitamine D chez 9 enfants âgés de la naissance à 5 ans provenant de la famille royale italienne Medici (16-17^e siècles, Renaissance) (Giuffra et al. 2015, 608). Ces carences chez les juvéniles seraient liées aux pratiques culturelles de l'époque

associées au sevrage et à la reproduction (Giuffra et al. 2015, 620-621). Effectivement, le lait maternel naturellement déficient en vitamine D était prodigué aux enfants royaux jusqu'à deux ans et les grossesses répétées, fréquentes au sein de la famille Medici, pouvaient accroître la déficiency en vitamine D (Giuffra et al. 2015, 620-621).

C'est durant la période de la Révolution industrielle en Angleterre que plusieurs études sur la déficiency en vitamine D ont été menées (ex. Ives 2017 ; Watts et Valme 2018 ; Mays, Brickley, et Ives 2007 ; Mays, Brickley, et Ives 2006 ; Mays 2017). À cette époque, la pollution atmosphérique, l'augmentation du travail à l'intérieur, notamment des enfants, la diète appauvrie, etc. sont des éléments qui ont pu augmenter le déficit en vitamine D en milieu urbain, dépendamment de la classe sociale (Brickley, Moffat, et Watamaniuk 2014).

Pour le Québec, les études sont encore embryonnaires en ce qui concerne les cas paléopathologiques de déficiency en vitamine D. Les études de D'Ortenzio et al. (2016, 2017) attestent de la présence de déficiency en vitamine D chez deux individus issus de populations québécoises historiques : l'un âgé d'environ 23 ans au décès (15A-S36) provenant du cimetière protestant Saint-Matthew (ville de Québec, 1771-1860) et l'autre âgé de ± 3 ans au décès (2E4) provenant du cimetière Sainte-Marie en Beauce (1748-1878). En ce qui concerne l'individu 2E4, des analyses macroscopiques réalisées par D'Ortenzio et al. (2016), ont révélé la présence d'une courbure bilatérale anormale de la diaphyse des os longs inférieurs, en plus de l'évasement des métaphyses des tibias et fémurs (Figure 2), ce qui correspond à des traces de rachitisme. De plus, les analyses histologiques réalisées sur la 1^{re} molaire maxillaire déciduale droite de l'individu 2E4 ont révélé un degré 2 de dentine interglobulaire à environ 2 ans, ce qui indique un épisode de déficiency en vitamine D (D'Ortenzio et al. 2016, 7). Ces résultats suggèrent la pertinence de

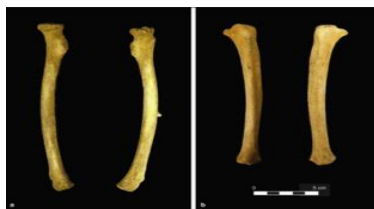


Figure 2 : a) vue médiale des fémurs de l'individu 2E4 présentant une courbure de la diaphyse ; b) vue médiale des tibias de l'individu 2E4 présentant une courbure de la diaphyse associée au rachitisme. Note : l'échelle est applicable aux deux images. (D'Ortenzio et al. 2016, 5).

poursuivre les études paléopathologiques sur l'individu afin d'en dresser un portrait plus complet permettant de mieux comprendre l'étiologie du rachitisme.

Bien qu'il ne s'agisse pas de déficience en vitamine D, l'individu 8F1.7 provenant du cimetière Saint-Matthew présente des lésions associées au scorbut (ex. résorption alvéolaire des dents antérieures, porosité du palais, du processus coronoïde de la mandibule, de la scapula, plaques d'os nouveau sur la surface exocrânienne, légère porosité du sphénoïde) (Morland 2010, xix) (Figure 3). Or, le scorbut et le rachitisme sont des maladies métaboliques parfois cooccurrentes, le scorbut pouvant affecter le rachitisme en réduisant l'activité ostéoblastique et le rachitisme pouvant affecter le scorbut en inhibant la minéralisation osseuse, ce qui freine l'accumulation de matrice

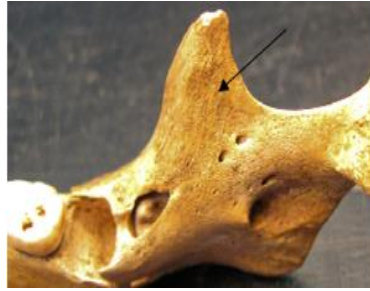


Figure 3 : Porosité du processus coronoïde de la mandibule de l'individu 8F1.7 (Morland 2010, 123).

calcifiée et la formation d'os nouveau, deux traits importants du scorbut (Schattmann et al. 2016, 64). Lorsque des individus ont une diète inadéquate, il est possible que la vitamine C, tout autant que la vitamine D, soit déficiente, causant respectivement l'apparition du scorbut et du rachitisme (Schattmann et al. 2016, 73). De plus, la contraction du scorbut pourrait augmenter le confinement à l'intérieur en raison des symptômes, ce qui peut contribuer au développement d'une déficience en vitamine D (Schattmann et al. 2016, 73). En effet, cliniquement, plusieurs jeunes enfants affectés par le scorbut présentent des douleurs aux jambes empêchant de marcher ou de se tenir debout, ce qui entraîne un repos forcé au lit (Schattmann et al. 2016, 73). Cette cooccurrence a tendance à se produire entre l'âge de 3 mois et 5 ans, ce qui englobe l'âge de l'individu 8F1.7, le scorbut dominant généralement le rachitisme en ce qui concerne les lésions visibles sur le squelette (Schattmann et al. 2016, 63-64). Il est donc pertinent d'étudier cet individu grâce aux méthodes radiographiques et histologiques afin d'évaluer la possible présence de déficience en vitamine D.

MÉTHODOLOGIE

Afin d'en dresser un portrait paléopathologique plus complet, les échantillons archéologiques choisis consistent en l'individu 2E4 issu du cimetière Sainte-Marie en Beauce au code Borden CcEs-01 (1748-1878), ainsi qu'en l'individu 8F1.7 provenant du cimetière Saint-Matthew au code Borden CeEt-41 (ville de Québec, 1771-1860) (D'Ortenzio et al. 2016). La 2^e molaire mandibulaire déciduale gauche de l'individu 2E4 provenant du cimetière Sainte-Marie et la 1^{re}



Figure 5 : vue d'ensemble de l'individu 8F1.7 en position anatomique (Houle-Wierzbicki, xix).

molaire maxillaire déciduale droite de l'individu 8F1.7 du cimetière Saint-Matthew ont été analysées. Selon les estimations de D'Ortenzio et collègues (2016), l'individu 2E4

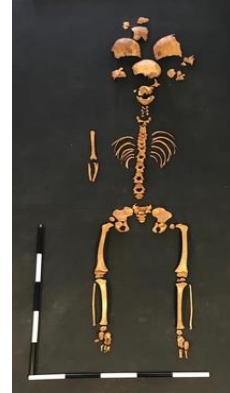


Figure 4 : vue d'ensemble de l'individu 2E4 en position anatomique. Crédit photo : Rose-Ann Bigué.

(Figure 4) est âgé de ± 3 ans au décès et l'individu 8F1.7 (Figure 5) est âgé d'environ 3-4 ans au décès (D'Ortenzio et al. 2016, 4 ; Morland 2010, xv).

Les échantillons sont issus des XVIII-XIX^e siècles, à une époque où le Québec connaît plusieurs changements, passant de la période préindustrielle aux débuts de l'industrialisation, et le travail en usine augmentant dans les secteurs de l'alimentation, des textiles, du cigare et autres (Dickinson et Young 2014, 210). Le pain constitue la nourriture de base de l'alimentation et le poisson (ex. morue, anguille) se consomme durant le carême (Dickinson et Young 2014, 137). Les méthodes développées par D'Ortenzio et al. (2016, 2017) ont donc été appliquées aux échantillons afin de repérer la présence ou non de défauts de minéralisation dentaire associés à la déficience en vitamine D.

1. Radiographies

Les radiographies des molaires de chaque individu ont été réalisées à 23 pulses et les échantillons placés à 72 cm du rayon (D'Ortenzio et al. 2017). Les molaires ont été disposées en position buccolinguale afin de bien exposer la chambre pulpaire et ont été positionnées le plus perpendiculairement possible aux rayons X afin d'obtenir une intersection du rayon dans la direction buccolinguale (D'Ortenzio et al. 2017, 2). Selon D'Ortenzio et al. (2017), une chambre pulpaire en forme de chaise en raison d'une inégalité dans la hauteur des cornes pulpaires indiquerait la présence d'une déficience en vitamine D (Figure 6) (D'Ortenzio et al. 2017, 4-5). La hauteur et

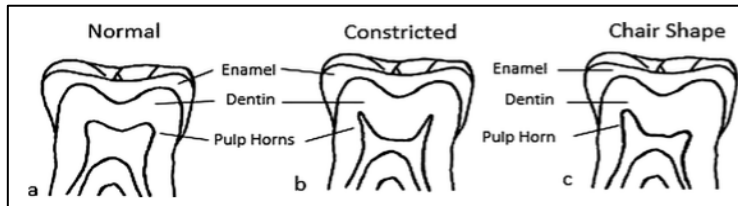


Figure 6 : Diagramme des différentes formes de chambre pulpaire pour une molaire permanente, a) normal : les deux cornes pulpaires sont égales, b) étroites : les deux cornes pulpaires sont hautes et étroites, c) forme de chaise : les cornes pulpaires sont inégales et ressemblent à une chaise (D'Ortenzio et al. 2017, 4).

la largeur des cornes pulpaires ont été mesurées à l'aide du logiciel ImageJ afin de calculer le ratio de la hauteur des cornes pulpaires (Figure 7) (D'Ortenzio et al. 2017, 5). Selon les résultats de D'Ortenzio et al. (2017), les individus ayant un ratio de $\pm 1:1$, c'est-à-dire une quasi-égalité entre les mesures de la hauteur des deux cornes, ne présentent pas de déficience en vitamine D, alors que ceux présentant un ratio de $\pm 2:1$, c'est-à-dire une des deux cornes environ deux fois plus haute que l'autre, présentent une déficience en vitamine D (D'Ortenzio et al. 2017, 7).

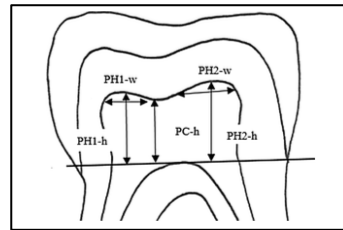


Figure 7 : Diagramme des mesures pris sur une molaire permanente. PH1-h et PH2-h sont la hauteur de la corne pulpaire, PH1-w et PH2-w sont la largeur de la corne pulpaire, PC-h est la hauteur de la chambre pulpaire (D'Ortenzio et al. 2017).

2. Enrobage dans la résine et coupe

Suite aux observations réalisées sur les radiographies, les molaires ont été enrobées dans la résine Epo-thin au sein d'un moule (silicone ou autres) (D'Ortenzio et al. 2016, 5). Par la suite, la dent enrobée, fixée à un support, a été coupée dans le plan buccolingual grâce à une scie à basse vitesse Buehler IsoMet 1000 (D'Ortenzio et al. 2017, 5). La partie restante fixée au support a ensuite été polie en utilisant du papier sablé au grain le plus grossier au plus fin, passant de 400 à 600 à 800 puis à 1200 pour effacer les traces laissées par la scie (D'Ortenzio et al. 2017, 5). Puis, l'échantillon a été fixé sur une lamelle à microscope grâce à une colle activée par la lumière UV (D'Ortenzio et al. 2017, 5). L'échantillon a par la suite été recoupé à la scie pour créer une tranche dentaire de 0,5 mm d'épaisseur (D'Ortenzio et al. 2017, 5). La surface a été polie grâce à la polisseuse Buehler MiniMet jusqu'à mesurer 0,4 mm d'épaisseur (D'Ortenzio et al. 2017, 5).

3. Analyse microscopique

Les lamelles ainsi formées ont ensuite été analysées au microscope à lumière transmise, ce dernier étant rattaché à une caméra digitale afin de voir et mesurer les images sur un écran d'ordinateur (D'Ortenzio et al. 2016, 156). Grâce à cette analyse, il a été possible d'observer la présence ou non de dentine interglobulaire. Chez les individus en santé, la dentine se forme normalement, lentement et présente une matrice homogène sans espaces interglobulaires avec fusion complète des calcosphérites (petites sphères contenant des sels de calcium) (D'Ortenzio et al. 2016, 153). Toutefois, en cas de déficience en vitamine D, un défaut de minéralisation appelé dentine interglobulaire se produit lorsque les calcosphérites ne se développent pas suffisamment et ne fusionnent pas, engendrant des zones mal minéralisées de dentine (Brickley et al. 2017, 422). La dentine interglobulaire apparaît directement liée à la déficience en vitamine D ou à une condition associée (D'Ortenzio et al. 2016, 154). Cette lésion dentaire apparaît sous plusieurs degrés: 0, 1, 2 et 3 (Figure 8). La méthode de Moorrees, Fanning et Hunt (1963) d'estimation de l'âge selon le degré de calcification des dents déciduales a été utilisée pour

estimer l'âge auquel l'épisode de déficience en vitamine D s'est produit.

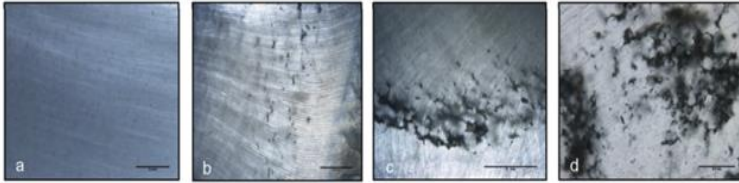


Figure 8 : a) Exemple de degré 0 de dentine interglobulaire, apparence homogène de la dentine ; b) degré 1, dentine interglobulaire présente à moins de 25% par rapport à la dentine environnante, c) degré 2, dentine interglobulaire présente de 25 à 50% par rapport à la dentine environnante, d) degré 3, dentine interglobulaire présente à plus de 75% par rapport à la dentine environnante (D'Ortenzio et al. 2016, 157).

RÉSULTATS

En ce qui concerne l'individu 2E4, la radiographie réalisée afin d'observer la chambre pulpaire de la 2^e molaire déciduale mandibulaire gauche a permis de constater que la chambre pulpaire est en forme de chaise, ce qui concorde avec une déficience en vitamine D (Figure 9) (D'Ortenzio et al. 2017, 4-5). Les mesures des

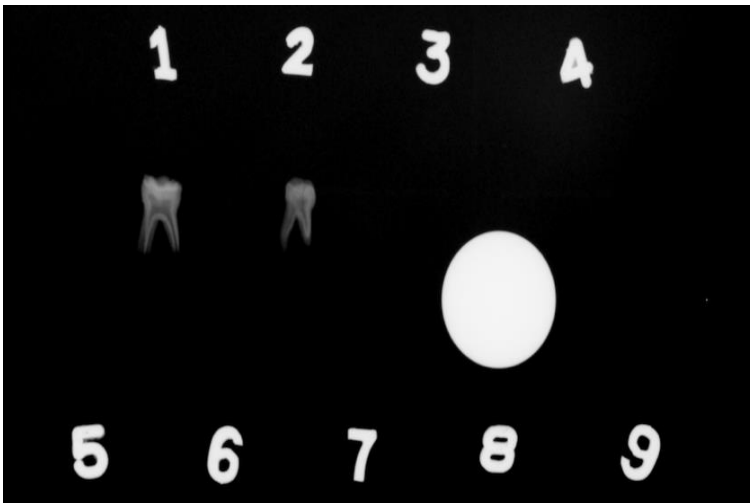


Figure 9 : 1) 2^e molaire déciduale mandibulaire gauche en vue buccale de l'individu 2E4 présentant une chambre pulpaire en forme de chaise, 2) 1^{re} molaire déciduale maxillaire droite en vue buccale de l'individu 8F1 à la chambre pulpaire difficilement visible mais qui semble normale. Crédit : Lori D'Ortenzio.

cornes pulpaire sont présentées au Tableau 2, le ratio de la hauteur entre les deux cornes étant de 1 : 2 ce qui correspond à une déficience en vitamine D (D'Ortenzio et al. 2017, 7). Par la suite, les analyses histologiques au microscope ont révélé la présence de dentine interglobulaire (Figure 10). Selon les différents degrés de sévérité développés par D'Ortenzio et al. (2016), il semble que l'individu 2E4 présente un degré 2 de dentine interglobulaire. L'épisode s'est produit à \pm 6 mois après la naissance selon la méthode de Moorrees, Fanning et Hunt (1963) d'estimation de l'âge selon le degré de calcification des dents déciduales.

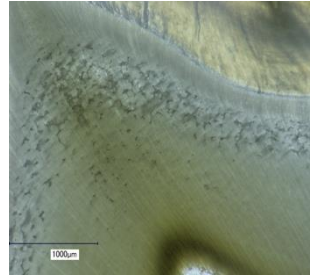


Figure 10 : Présence de dentine interglobulaire, magnification 150X, 2^e molaire mandibulaire gauche déciduale de l'individu 2E4. Crédit photo : Rose-Ann Bigué.

Tableau 2 : Mesures de la chambre pulpaire de la 2^e molaire mandibulaire gauche déciduale de l'individu 2E4

Mesure	(mm)
PH1-h	1,00
PH2-h	0,66
PH1-w	0,50
PH2-w	0,58

Quant à l'individu 8F1.7, la radiographie de la 1^{re} molaire maxillaire déciduale droite indique que la chambre pulpaire semble normale (Figure 9). Selon les mesures de la chambre pulpaire présentées au Tableau 3, le ratio des cornes pulpaires est d'environ 1:1, ce qui ne concorde pas avec une déficience en vitamine D (D'Ortenzio et al. 2017, 7). Ensuite, l'analyse histologique a permis de confirmer les résultats de la radiographie, aucune trace de dentine interglobulaire n'ayant été détectée. Toutefois, des traces de diagenèse ont pu être observées (Figure 11).

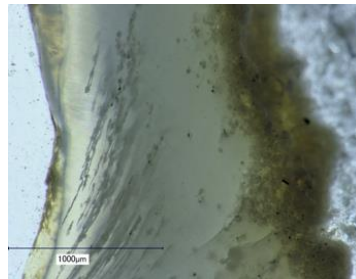


Figure 11 : Présence de diagenèse, magnification 150X, 1^{re} molaire maxillaire droite déciduale de l'individu 8F1.7. Crédit photo : Rose-Ann Bigué.

Tableau 3 : Mesures de la chambre pulpaire de la 1^{re} molaire maxillaire droite déciduale de l'individu 8F1.7

Mesure	(mm)
PH1-h	0,28
PH2-h	0,26
PH1-w	0,36
PH2-w	0,34

DISCUSSION

Les résultats obtenus indiquent que l'individu 2E4 a subi un épisode de carence en vitamine D vers ± 6 mois après la naissance, la mère ait été possiblement elle-même déficiente en vitamine D durant l'allaitement (Brickley, Moffat et Watamaniuk 2014, 51). Cet individu a donc souffert de multiples épisodes de déficience en vitamine D avant son décès (D'Ortenzio et al. 2016, 7). Il est alors possible que la diète, notamment constituée de beaucoup de pain contenant des phytates, ait une influence marquée sur la santé des individus de cette population (Dickinson et Young 2014, 137).

En ce qui concerne l'individu 8F1,7, les analyses isotopiques réalisées par Morland (2010) ont révélé un ratio $\delta^{13}\text{C}$ de $-20,2\%$, ce qui correspond à une diète principalement C3, c'est-à-dire composée par exemple de blé, riz, noix, légumineuses, fruits, racines, tubercules et autres (Morland 2010, 17, 143). Ces données masquent la déficience de l'individu en vitamine C, plusieurs aliments contribuant à la signature isotopique C3 et certains étant consommés fréquemment, comme les céréales contenant des phytates (Morland 2010, 180). De plus, il semble que l'individu 8F1,7 ait été déjà sevré au moment du décès selon son ratio $\delta^{15}\text{N}$ de $11,5\%$ se rapprochant de celui des individus sevrés (Morland 2010, 110, 143). Pourtant, malgré cette signature C3 pouvant indiquer une diète composée en partie de céréales contenant des phytates, l'individu ne présente pas de carence en vitamine D (Brickley, Moffat et Watamaniuk 2014, 51). Cela laisse supposer qu'il avait accès à une source de vitamine D grâce à la lumière naturelle ou à la diète, plusieurs facteurs individuels pouvant effectivement influencer l'apport, tels que l'âge de l'individu et le statut socioéconomique (Brickley, Moffat et Watamaniuk 2014, 50).

CONCLUSION

En résumé, il est possible de conclure que la déficience en vitamine D n'est pas exclusive au milieu urbain du Québec des XVIIIe-XIXe siècles. En effet, l'individu 8F1.7 provenant du cimetière Saint-Matthew ne présente pas, selon les méthodes radiologiques et histologiques réalisées, de déficience en vitamine D. Quant à l'individu 2E4, les analyses radiologiques et histologiques réalisées concordent et ont révélé la présence d'un épisode de déficience en vitamine D vers +/- 6 mois après la naissance, ce qui soulève la question du possible lien avec le moment du sevrage de l'individu. Les données récoltées complètent les analyses du squelette et celles sur la 1^{re} molaire maxillaire déciduale droite de l'individu 2E4 réalisées par D'Ortenzio et al. (2016) indiquant la présence de déficience en vitamine D à +/- 2 ans, l'individu ayant donc subi plusieurs épisodes de carences en vitamine D au cours de sa vie. Afin de compléter les résultats obtenus pour les individus 2E4 et 8F1.7, il serait intéressant de les combiner aux données isotopiques sur la diète des individus du cimetière Sainte-Marie et sur la mobilité des individus de ces deux populations (Sainte-Marie et Saint-Matthew).

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier plusieurs personnes et organismes sans qui la réalisation de cette recherche aurait été impossible : Prof. Isabelle Ribot (Université de Montréal) pour ses très bons conseils et commentaires, Prof. Megan Brickley, Lori D'Ortenzio et Bonnie Kahlon (McMaster University) pour leur expertise et leurs conseils quant à la méthodologie à utiliser, Leslie Quade (Durham University) et Sarah Borgel (Tel Aviv University) qui ont très gentiment accepté de réaliser une lecture critique de mon article, ainsi que le Groupe de Recherche ArchéoScience/ArchéoSociale (As2), dont le support a été indispensable à la réalisation de ma recherche.

RÉFÉRENCES

- Bolland, Mark J, Andrew Grey, Greg D Gamble, et Ian R Reid. 2014. « The Effect of Vitamin D Supplementation on Skeletal, Vascular, or Cancer Outcomes: A Trial Sequential Meta-Analysis ». *The Lancet Diabetes & Endocrinology* 2 (4): 307-20.
[https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(13\)70212-2](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(13)70212-2).
- Brickley, Megan B., Lori D'Ortenzio, Bonnie Kahlon, Annabelle Schattmann, Isabelle Ribot, Emeline Raguin, et Benoit Bertrand. 2017. « Ancient Vitamin D Deficiency: Long-Term Trends ». *Current Anthropology* 58 (3): 420-27.
<https://doi.org/10.1086/691683>.
- Brickley, Megan B., Tina Moffat, et Lelia Watamaniuk. 2014. « Biocultural perspectives of vitamin D deficiency in the past ». *Journal of Anthropological Archaeology* 36 (décembre): 48-59.
<https://doi.org/10.1016/j.jaa.2014.08.002>.
- Davies, P.E. 1985. « The Toxicology and Metabolism of Chlorothalonil in Fish. IV. Zinc Coexposure and the Significance of Metallothionein in Detoxication in *Salmo Gairdneri* ». *Aquatic Toxicology* 7 (4): 301-6. [https://doi.org/10.1016/0166-445X\(85\)90046-3](https://doi.org/10.1016/0166-445X(85)90046-3).
- Dickinson, John A. et Bryan Young. 2014. *Brève histoire socio-économique du Québec*. Québec: Édition BQ.
- D'Ortenzio, Lori, Isabelle Ribot, Bonnie Kahlon, Benoit Bertrand, Emmy Bocaage, Emeline Raguin, Annabelle Schattmann, et Megan Brickley. 2017. « The Rachitic Tooth: The Use of Radiographs as a Screening Technique ». *International Journal of Paleopathology*, novembre. <https://doi.org/10.1016/j.ijpp.2017.10.001>.
- D'Ortenzio, Lori, Isabelle Ribot, Emeline Raguin, Annabelle Schattmann, Benoit Bertrand, Bonnie Kahlon, et Megan Brickley. 2016. « The rachitic tooth: A histological examination ». *Journal of Archaeological Science* 74 (octobre): 152-63.
<https://doi.org/10.1016/j.jas.2016.06.006>.
- El-Najjar, Mahmoud Y., Mike V. Desanti et
- Leon Ozbek. 1978. "Prevalence and Possible Etiology of Dental Enamel Hypoplasia". *American Journal of Physical Anthropology* 48: 185-192. 2014.
- Elder, Charlotte Jane, et Nicholas J. Bishop. 2014 « Rickets ». *Lancet* 383: 1665-1676. <http://dx.doi.org/10.1016/>.
- Ethnoscop. 2006. Site du premier cimetière de Sainte-Marie, CcEs-1: Inventaire et fouilles archéologiques 2003-2004. Québec: Ethnoscop.

- Giuffra, V., A. Vitiello, D. Caramella, A. Fornaciari, D. Giustini, et G. Fornaciari. 2015. « Rickets in a High Social Class of Renaissance Italy: The Medici Children: Rickets in the Medici Children ». *International Journal of Osteoarchaeology* 25 (5): 608-24. <https://doi.org/10.1002/oa.2324>.
- Harvey, N. C., et C. Cooper. 2012. « Vitamin D: Some Perspective Please ». *BMJ* 345 (jul19 1): e4695-e4695. <https://doi.org/10.1136/bmj.e4695>.
- Holick, Michael F. 2007. « Vitamin D Deficiency ». *The New England Journal of Medicine* 357 (3): 266-281. <https://doi.org/10.1056/NEJMra070553>.
- Houle-Wierzbicki, Zocha. 2015. « Étude paléopathologique préliminaire à travers l'analyse macroscopique et scanographique: exemple du cimetière St. Matthew, ville de Québec (1771-1860) ». Mémoire de maîtrise, Université de Montréal.
- IOM. 2017. *Dietary reference intakes for calcium and vitamin D*. Washington, DC : The National Academies Press.
- Ives, Rachel. 2017. « Rare Paleopathological Insights into Vitamin D Deficiency Rickets, Co-Occurring Illnesses, and Documented Cause of Death in Mid-19th Century London, UK ». *International Journal of Paleopathology*, décembre. <https://doi.org/10.1016/j.ijpp.2017.11.004>.
- Jablonski, Nina G., et George Chaplin. 2000. « The evolution of human skin coloration ». *Journal of Human Evolution* 39: 57–106. <http://dx.doi.org/10.1006/jhev.2000.0403>.
- Jablonski, Nina G., et George Chaplin. 2010. « Human skin pigmentation as an adaptation to UV radiation ». *Proceedings of the National Academy of Science* 107: 8962–8968. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0914628107>.
- Jablonski, Nina G., et George Chaplin. 2012. « Human Skin Pigmentation, Migration and Disease Susceptibility ». *Phil. Trans. R. Soc. B* 367 (1590): 785-92. <https://doi.org/10.1098/rstb.2011.0308>.
- Jablonski, Nina G., et George Chaplin. 2018. « The roles of vitamin D and cutaneous vitamin D production in human evolution and health ». *International Journal of Palaeopathology* 2: 54-59. <https://doi.org/10.1016/j.ijpp.2018.01.005>.
- Kovacs, Christopher S. 2008. « Vitamin D in pregnancy and lactation: maternal, fetal, and neonatal outcomes from human and animal studies ». *American Journal of Clinical Nutrition* 88: 520S-528S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/88.2.520S>.

- Lockau, Laura, et Stephanie A. Atkinson. 2017. « Vitamin D's Role in Health and Disease: How Does the Present Inform Our Understanding of the Past? » *International Journal of Paleopathology*, novembre. <https://doi.org/10.1016/j.ijpp.2017.11.005>.
- Lucas, Robyn M., Anne-Louise Ponsonby, Julie A. Pasco et Ruth Morley. « Future health implications of prenatal and early-life vitamin D status ». *Nutrition Reviews* 66 (12): 710-720. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2008.00126.x>.
- Mankin, Henry J. 1974. « Rickets, Osteomalacia, and Renal Osteodystrophy ». *The Journal of Bone and Joint Surgery* 56-A (1): 101-128.
- Mays, S. 2017. « The Epidemiology of Rickets in the 17th–19th Centuries: Some Contributions from Documentary Sources and Their Value to Palaeopathologists ». *International Journal of Paleopathology*, novembre. <https://doi.org/10.1016/j.ijpp.2017.10.011>.
- Mays, S., M. Brickley, et R. Ives. 2006. « Skeletal Manifestations of Rickets in Infants and Young Children in a Historic Population from England ». *American Journal of Physical Anthropology* 129 (3): 362-74. <https://doi.org/10.1002/ajpa.20292>.
- Mays, S., M. Brickley, et R. Ives. 2007. « Skeletal Evidence for Hyperparathyroidism in a 19th Century Child with Rickets ». *International Journal of Osteoarchaeology* 17 (1): 73-81. <https://doi.org/10.1002/oa.854>.
- Mays, S., T. Prowse, M. George, et M. Brickley. 2018. « Latitude, Urbanization, Age, and Sex as Risk Factors for Vitamin D Deficiency Disease in the Roman Empire ». *American Journal of Physical Anthropology* 167 (3): 484-96. <https://doi.org/10.1002/ajpa.23646>.
- Minozzi, Simona, Paola Catalano, Carla Caldarini, et Gino Fornaciari. 2012. « Palaeopathology of Human Remains from the Roman Imperial Age ». *Pathobiology* 79 (5): 268-83. <https://doi.org/10.1159/000338097>.
- Moorrees, Coenraad F. A., Elizabeth A. Fanning, et Edward E. Hunt. 1963. « Formation and Resorption of Three Deciduous Teeth in Children ». *American Journal of Physical Anthropology* 21 (2): 205-13. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330210212>.
- Morland, Fanny. 2009. « Nutrition et état de santé : études paléochimique et paléopathologique de la population exhumée du cimetière protestant Saint-Matthew, ville de Québec, Canada (1771-1860) ». *Mémoire de maîtrise, Université de Montréal*.
- Nävert, Barbro, Brittmarie Sandström et AKE Cederblad. 1985. « Reduction of the phytate content of bran by leavening in bread and its effect

- on zinc absorption in man ». *British Journal of Nutrition* 53 (1): 47-53. <https://doi.org/10.1079/BJN19850009>.
- Ortner, Donald J., et Simon Mays. 1998. « Dry-Bone Manifestations of Rickets in Infancy and Early Childhood ». *International Journal of Osteoarchaeology* 8 (1): 45-55. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1212\(199801/02\)8:1<45::AID-OA405>3.0.CO;2-D](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1212(199801/02)8:1<45::AID-OA405>3.0.CO;2-D).
- Schattmann, Annabelle, Benoît Bertrand, Sophie Vatteoni, et Megan Brickley. 2016. « Approaches to Co-Occurrence: Scurvy and Rickets in Infants and Young Children of 16–18th Century Douai, France ». *International Journal of Paleopathology* 12 (mars): 63-75. <https://doi.org/10.1016/j.ijpp.2015.12.002>.
- Walker, Phillip L., Rhonda R. Bathurst, Rebecca Richman, Thor Gjerdrum et Valerie A. Andrushko. 2009. « The Causes of Porotic Hyperostosis and Cribra Orbitalia: A Reappraisal of the Iron-Deficiency-Anemia Hypothesis ». *American Journal of Physical Anthropology* 139: 109-124. <https://doi.org/10.1002/ajpa.21031>.
- Ward, Leanne M., Isabelle Gaboury, Moyez Ladhani, et Stanley Zlotkin. 2007. « Vitamin D–Deficiency Rickets among Children in Canada ». *CMAJ* 177 (2): 161-66. <https://doi.org/10.1503/cmaj.061377>.
- Watts, Rebecca, et Sascha-Ray Valme. 2018. « Osteological Evidence for Juvenile Vitamin D Deficiency in a 19th Century Suburban Population from Surrey, England ». *International Journal of Paleopathology*, février. <https://doi.org/10.1016/j.ijpp.2018.01.007>.