



Kent Academic Repository

Le Luyer, Mona (2016) *Évolution dentaire dans les populations humaines de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène (19000 – 5500 cal. BP) : une approche intégrée des structures externe et interne des couronnes pour le Bassin aquitain et ses marges / Dental evolution in Late Pleistocene and Early Holocene human populations (19000 – 5500 cal. BP) : a whole crown perspective in the Aquitaine Basin, southwest France, and its margins.* Doctor of Philosophy (PhD) thesis, University of Bordeaux.

Downloaded from

<https://kar.kent.ac.uk/72068/> The University of Kent's Academic Repository KAR

The version of record is available from

<http://www.theses.fr/2016BORD0003>

This document version

UNSPECIFIED

DOI for this version

Licence for this version

UNSPECIFIED

Additional information

Versions of research works

Versions of Record

If this version is the version of record, it is the same as the published version available on the publisher's web site. Cite as the published version.

Author Accepted Manuscripts

If this document is identified as the Author Accepted Manuscript it is the version after peer review but before type setting, copy editing or publisher branding. Cite as Surname, Initial. (Year) 'Title of article'. To be published in *Title of Journal*, Volume and issue numbers [peer-reviewed accepted version]. Available at: DOI or URL (Accessed: date).

Enquiries

If you have questions about this document contact ResearchSupport@kent.ac.uk. Please include the URL of the record in KAR. If you believe that your, or a third party's rights have been compromised through this document please see our [Take Down policy](https://www.kent.ac.uk/guides/kar-the-kent-academic-repository#policies) (available from <https://www.kent.ac.uk/guides/kar-the-kent-academic-repository#policies>).

Évolution dentaire dans les populations humaines de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène (19000 – 5500 cal. BP) : une approche intégrée des structures externe et interne des couronnes pour le Bassin aquitain et ses marges

Mona Le Luyer

► **To cite this version:**

Mona Le Luyer. Évolution dentaire dans les populations humaines de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène (19000 – 5500 cal. BP) : une approche intégrée des structures externe et interne des couronnes pour le Bassin aquitain et ses marges. Anthropologie biologique. Université de Bordeaux, 2016. Français. <NNT : 2016BORD0003>. <tel-01677087>

HAL Id: tel-01677087

<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01677087>

Submitted on 8 Jan 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

THÈSE PRÉSENTÉE

POUR OBTENIR LE GRADE DE

DOCTEUR DE

L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

ÉCOLE DOCTORALE Sciences et environnements

SPÉCIALITÉ Anthropologie biologique

Par Mona LE LUYER

**Évolution dentaire dans les populations humaines de la fin du
Pléistocène et du début de l'Holocène (19000 – 5500 cal. BP) :
une approche intégrée des structures externe et interne des
couronnes pour le Bassin aquitain et ses marges**

Sous la direction de : Priscilla BAYLE

Soutenue le 7 janvier 2016

Membres du jury :

M. MAUREILLE Bruno, Directeur de recherche, CNRS Bordeaux
Mme GUATELLI-STEINBERG Debbie, Professeur, The Ohio State University, Columbus
M. MACCHIARELLI Roberto, Professeur, Université de Poitiers et MNHN Paris
Mme BAYLE Priscilla, Maître de conférences, Université de Bordeaux
M. KUPCZIK Kornelius, Track Leader, Max Planck Weizmann Center, Leipzig
M. RAMIREZ ROZZI Fernando, Directeur de recherche, CNRS Paris
M. VALDEYRON Nicolas, Professeur, Université de Toulouse 2 Jean Jaurès

Président
Rapporteuse
Rapporteur
Directrice
Examineur
Examineur
Examineur

Remerciements

Mes premiers remerciements sont adressés à Debbie GUATELLI-STEINBERG (The Ohio State University) et à Roberto MACCHIARELLI (Université de Poitiers et Muséum National d'Histoire Naturelle) qui me font l'honneur d'être les rapporteurs de ce manuscrit de thèse. Je remercie très sincèrement Kornelius KUPCZIK (Max Planck Weizmann Center, Leipzig), Bruno MAUREILLE (UMR 5199 PACEA, Bordeaux), Fernando RAMIREZ ROZZI (UPR 2147, Paris) et Nicolas VALDEYRON (Université de Toulouse 2 Jean Jaurès) d'avoir accepté de siéger dans mon jury de thèse.

Je souhaite remercier très chaleureusement ma directrice de thèse, Priscilla BAYLE. Depuis mon master, j'ai eu la chance de bénéficier de ses enseignements puis de son encadrement, au cours de mon mémoire puis de ma thèse. Sa motivation, son enthousiasme et sa bonne humeur sont pour beaucoup dans l'aboutissement de ce travail. Je la remercie pour son investissement personnel, en temps et en énergie, pour sa disponibilité, ses conseils avisés et son soutien tout au long de ces dernières années. Les échanges que nous avons eus ont toujours été aussi enrichissants que constructifs. Merci également de m'avoir encouragée à publier et à communiquer dans les différents colloques nationaux et internationaux. Son tutorat dans le cadre de la formation à l'enseignement par l'enseignement m'a permis d'intervenir en licence et en master dans des modules spécialisés en anthropologie biologique.

Je tiens à remercier Dominique HENRY-GAMBIER qui a dirigé ma thèse jusqu'à très récemment. Elle m'a fait l'honneur de me confier de nombreux vestiges humains, parfois inédits, dont l'étude est placée sous sa responsabilité scientifique. Aussi, elle a partagé ses connaissances sur les vestiges humains préhistoriques, notamment le contexte archéologique et les conditions de leur découverte. Ce travail a grandement bénéficié de son expertise et de sa rigueur scientifique, je lui en suis sincèrement reconnaissante.

Cette recherche doctorale s'est effectuée au sein de l'UMR 5199 PACEA (De la Préhistoire à l'Actuel, Culture, Environnement, Anthropologie), dont je remercie vivement le directeur, Bruno MAUREILLE, et la directrice adjointe, Catherine FERRIER. Je tiens à exprimer ma gratitude envers Dominique CASTEX, directrice de l'équipe A3P (Anthropologie des populations passées et présentes) et Francesco d'ERRICO, directeur de l'équipe PPP (Préhistoire, Paléoenvironnement, Patrimoine), qui ont facilité son déroulement dans des conditions idéales. Je remercie tous les membres du laboratoire PACEA pour leur accueil et

leurs conseils. Merci également à Maryelle BESSOU, Jean-François CARO, Catherine MOREL-CHEVILLET, Régine WORTMANN pour leurs aides au quotidien dans les démarches administratives et financières, et à Isabelle ESQUIRIAL pour la documentation.

Une partie du matériel étudié au cours de ce travail de recherche était conservée à l'ostéothèque de Pessac ou à l'UMR 5199 PACEA pour étude, ce qui en a grandement facilité l'accès. Ainsi, je remercie vivement Bruno BOULESTIN, Patrice COURTAUD, Henri DUDAY, Dominique HENRY-GAMBIER, Mathieu LANGLAIS, Véronique LAROULANDIE, Michel LENOIR, Patrick MICHEL, Stéphane ROTTIER et Julia ROUSSOT-LARROQUE de m'avoir donné l'opportunité de travailler sur les vestiges humains placés sous leur responsabilité scientifique. De plus, je remercie très sincèrement toutes les personnes qui m'ont permis d'étudier le matériel conservé dans les différentes institutions : Didier BINDER (UMR 7264 CEPAM, Nice), Christophe DELAGE (Musée de Montmorillon), Francis DURANTHON (Muséum de Toulouse), Guillaume FLEURY (Muséum de Toulouse), Roberto MACCHIARELLI (Université de Poitiers et Muséum National d'Histoire Naturelle) et Christian VERJUX (Service Régional de l'Archéologie, Orléans). Je remercie Cédric BEAUVAL (Archéosphère SARL, Bordeaux) de m'avoir généreusement offert l'accès à la collection de Sains-en-Gohelle. Pour l'étude envisagée de la collection Simon, je remercie chaleureusement Marie BESSE et Jocelyne DESIDERI (Université de Genève) pour leur accueil et leur disponibilité. Par ailleurs, j'exprime ma gratitude envers Hélène ROUGIER (California State University, Northridge), Jean-Guillaume BORDES (UMR 5199 PACEA, Bordeaux) et Bruno MAUREILLE (UMR 5199 PACEA, Bordeaux) pour m'avoir incluse dans les études sur les vestiges humains du Piage, ainsi qu'envers Isabelle CREVECOEUR (UMR 5199 PACEA, Bordeaux) pour m'avoir associée à l'analyse des vestiges dentaires d'El-Barga.

Ce travail de recherche a bénéficié d'une allocation doctorale de l'Université de Bordeaux et du soutien financier de l'École doctorale Sciences et environnements. L'essentiel de ce travail repose sur l'analyse des images microtomographiques (microCT), dont les acquisitions n'auraient pu être aussi nombreuses sans les soutiens financiers : du Laboratoire d'Excellence (LabEx) des Sciences Archéologiques de Bordeaux (LaScArBx) pour le projet « Diversité biologique et culturelle de l'Homme de la Préhistoire aux périodes protohistoriques » (DHP 2012-14 ; dir : Stéphane ROTTIER ; Université Bordeaux 1/LaScArBx ; ANR-10-LABX-52) auquel ma thèse était adossée ; et de l'Initiative d'Excellence de Bordeaux (IdEx Bordeaux) à travers le projet « Imagerie 3D, cartographie morphométrique et modélisation biomécanique :

approche intégrée pour comprendre l'évolution de la structure interne des racines dentaires et la covariation dentine/os chez l'Homme » (3Dent'in 2013-14 ; dir : Priscilla BAYLE ; PEPS IdEx Bordeaux/CNRS ; ANR-10-IDEX-03-02).

Je remercie la plateforme Montpellier RIO Imaging (MRI) et le LabEx Centre Méditerranéen de l'Environnement et de la Biodiversité (CeMEB) où j'ai passé de nombreuses heures à microscanner les vestiges essentiels à la réalisation de ce travail. Depuis mon master 2, j'ai pu réaliser les acquisitions microCT des échantillons dentaires grâce à la formation et à l'aide de Renaud LEBRUN (Université Montpellier II), que je remercie vivement ici. Je suis également reconnaissante envers Priscilla BAYLE, Pauline COLOMBET, Renaud LEBRUN et Arnaud MAZURIER qui ont assuré la réalisation d'une partie des acquisitions.

Au cours de ces trois années de recherches doctorales, j'ai pu rencontrer, lors de colloques, de séminaires ou sur les chantiers de fouilles, différents acteurs de la recherche et de l'enseignement qui ont contribué, d'une manière ou d'une autre, à ma réflexion et à l'aboutissement de ce travail. Pour leurs commentaires pertinents et les discussions fructueuses, je remercie vivement William BANKS, Didier BINDER, Luca BONDIOLI, Bruno BOULESTIN, David COCHARD, Michael COQUERELLE, Patrice COURTAUD, Christine COUTURE, Isabelle CREVECOEUR, Christopher DEAN, Marie-France DEGUILLOUX, Jocelyne DESIDERI, Sylvain DUCASSE, Henri DUDAY, Emmanuel d'INCAU, Dominique HENRY-GAMBIER, Yann HEUZÉ, Christopher KNÜSEL, Mathieu LANGLAIS, Véronique LAROULANDIE, Michel LENOIR, Roberto MACCHIARELLI, Grégor MARCHAND, Bruno MAUREILLE, Laurent PUYMERAIL, Solange RIGAUD, Stéphane ROTTIER, Julia ROUSSOT-LARROQUE, Aline THOMAS, Anne-marie TILLIER, Erik TRINKAUS, Nicolas VALDEYRON, Christian VERJUX, Sébastien VILLOTTE et Clément ZANOLLI.

Je suis très sincèrement reconnaissante à Luca BONDIOLI, Christopher DEAN et Roberto MACCHIARELLI qui ont relu le manuscrit de mon article pour l'AJPA et qui ont grandement contribué à l'améliorer.

Je tiens à remercier Frédéric SANTOS pour son aide avec les statistiques et ses explications, toujours énoncées avec humour. Un énorme merci à Michael COQUERELLE pour m'avoir sortie du brouillard des analyses de morphométrie géométrique : merci pour ta disponibilité, tes conseils et ta patience lors des nombreux rendez-vous Skype. Je remercie également

Solange RIGAUD et Sébastien VILLOTTE qui ont toujours répondu à mes interrogations en matière de traitement des données et d'analyses statistiques. Aussi, je souhaite remercier chaleureusement Stéphane ROTTIER qui m'a co-encadrée lors de mon master 2 et qui, depuis, m'a toujours aidée et conseillée dans mes travaux de recherche.

Une mention spéciale « œil de lynx » aux personnes qui ont activement participé à la relecture du présent travail : Philippe LE LUYER, Joris MUNIER et Mathilde SAMSEL. Aussi, l'essentiel des illustrations de ce manuscrit n'aurait pu être réalisé sans l'aide de Joris MUNIER, bien que ce type d'illustration s'éloigne de son domaine de prédilection...

Je souhaite remercier ici Emmanuel d'INCAU, Pierre GUYOMARC'H, Valentine MEYER, Aline THOMAS et Vanessa URZEL, les ex-docteurs de PACEA qui ont partagé leurs expériences, leurs conseils bienveillants et leurs astuces.

Parce qu'ils étaient là pendant la thèse et qu'ils la vivent (ou l'ont vécue) en même temps, je ne pourrais assez remercier les doctorants et néo-docteurs qui ont partagé avec moi un bout de cette aventure. Tout particulièrement, merci à Antony COLOMBO, Sacha KACKI, Arwa KHARABI, Caroline LAFOREST, Mélie LE ROY, Nga NGUYEN, Léonie REY, Maïté RIVOLLAT, Kevin SALESSE et Mathilde SAMSEL. Merci pour votre bonne humeur communicative, pour votre soutien moral et pour tous les agréables moments partagés tout au long de cette thèse, au labo et ailleurs...

Je souhaite aussi remercier tous les amis du Kreiz Breizh. Les retours aux pays ont toujours été intenses pour réussir à voir tout le monde et partager un moment parfumé au blé noir, à l'andouille, au chouchenn, et surtout, au beurre salé ! Merci braz pour votre soutien constant, malgré la distance. En particulier, merci aux amis les plus endurants sur les 10 dernières années d'être toujours là : Lucie et Jean, Pauline et Kévin, Ronan et Léna.

Lucie et Jean, venir vous voir sur votre île était une bouffée d'air... moite ! « La Réunion, vacances ou pénitence ? » Définitivement les deux ! Même si on s'y réinviterait bien... Marie et Yvon, merci de nous avoir reçus à Mayotte, de nous avoir fait naviguer avec les dauphins et nager avec les tortues ! Sandrine et Sophie, merci pour les escapades à cheval. Camille, Louis, Max, Laura et Erwan, Axel et Ellen, c'est chouette quand on se voit. Claudie et Ivan, Steph et Fred, Antoine, merci d'être les voisins de Kerbanel. Merci à Alain et Cathy qui ont suivi, autour d'un rooibos, ce travail depuis le début avec bienveillance et enthousiasme.

Pour ceux qui sont venus nous rendre visite (et qui n'ont pas toujours été reçus dans des conditions idéales...), une énorme merci pour m'avoir fait réaliser qu'il n'y a pas que la thèse dans la vie. Une pensée pour les bons moments passés lors des portes ouvertes de vignobles, et surtout les cadeaux gagnés. ☺

Merci également aux familles A à X qui ont bien voulu prêter leurs dents de lait. Promis, je les rends bientôt à la petite souris.

J'aimerais pour finir remercier ma famille. À mes grands-parents, merci de leur intérêt admiratif et de leur soutien inconditionnel. Une mention spéciale pour René, et ses paniers de survie toujours plus grands et plus lourds (toujours plus chargés de terre ?) qui m'ont permis de ramener un bout de Bretagne avec moi. Merci à ceux qui m'ont reçue lors de ces différents déplacements et missions : Anaïck et Antoine à Paris, Laurence à Paris également, Corinne et Serge à Genève. Gérard et Frédo, merci de m'avoir accueillie dans la boulange, et pas que les vendredis soirs. Oriane, merci de m'avoir fait voyager en Australie à travers tes photos. À mes parents, Brigitte et Philippe, merci d'avoir toujours cru en moi et de m'avoir laissé faire mon bout de chemin. Merci à mon frère, Nino, et à Charlotte : vous avez (presque) réussi à me faire aimer le commerce, la ville et la mode !

Merci à Targazh, ma boule de poil réconfortante.

Joris, merci...

Table des matières

Remerciements	i
Table des matières	vii
Liste des figures	xi
Liste des tableaux	xix
Liste des annexes	xxiii
Introduction	1
1. Les facteurs de la variation et de l'évolution des dents humaines	7
1.1. Notions préliminaires	9
1.1.1. Terminologie	9
1.1.2. Nomenclature	11
1.1.3. Morphologie	13
1.1.4. Structure des tissus dentaires	14
1.2. Odontogenèse	16
1.2.1. Développement dentaire	17
1.2.1.1. Histogenèse	17
1.2.1.2. Croissance incrémentielle et microstructure dentaire	20
1.2.2. Impacts génétiques et environnementaux	22
1.2.2.1. Contrôle génétique	22
1.2.2.2. Influences épigénétiques et environnementales	26
1.3. Contraintes fonctionnelles	28
1.3.1. Mastication	28
1.3.2. Usure et régime alimentaire.....	30
1.4. Aspects phylogénétiques	33
1.4.1. Structure externe.....	33
1.4.2. Structure interne	39
1.5. Synthèse sur les facteurs de l'évolution dentaire	45

2. La réduction dentaire à la fin du Pléistocène et au début de l'Holocène : un état de la question	47
2.1. Études sur l'évolution des dimensions externes des dents humaines	48
2.1.1. Cadres géographique et chronologique des échantillons.....	49
2.1.2. Une réduction dentaire universelle ?	50
2.1.3. Changements dentaires de la fin du Pléistocène au début de l'Holocène	51
2.2. Mécanismes de la réduction dentaire : les principaux modèles	57
2.2.1. Mutation probable (PME) – <i>Probable Mutation Effect</i> , Brace (1963).....	57
2.2.2. Budget somatique (SBE) – <i>Somatic Budget Effect</i> , Jolly (1970)	57
2.2.3. Interaction compensatoire (CI) – <i>Compensatory Interaction</i> , Sofaer <i>et al.</i> (1971b)..	58
2.2.4. Compromis sélectif (SCE) – <i>Selective Compromise Effect</i> , Calcagno (1986).....	59
2.2.5. Augmentation de la densité de population (IPDE) – <i>Increasing Population Density Effect</i> , Macchiarelli et Bondioli (1986a).....	60
2.2.6. Revue critique des modèles	62
2.3. Synthèse sur la réduction dentaire	65
 3. Matériels.....	 67
3.1. Remarques préliminaires	68
3.1.1. Contraintes d'échantillonnage	68
3.1.2. Attribution chronologique des vestiges humains	69
3.1.3. Détermination du sexe	70
3.1.4. Estimation de l'âge au décès	70
3.2. Constitution de l'échantillon	71
3.2.1. Inventaire des sites avec vestiges humains.....	71
3.2.2. Vestiges humains retenus	76
3.2.2.1. Échantillon pour l'analyse morphométrique externe	76
3.2.2.2. Sous-échantillon pour l'analyse morphométrique interne	80
3.3. Échantillons comparatifs	82
 4. Méthodes	 83
4.1. Minéralisation dentaire.....	84
4.2. Usure occlusale	87

4.3. Étude morphométrique externe	93
4.3.1. Mesures externes	93
4.3.2. Variations anatomiques non métriques	95
4.4. Étude morphométrique interne	97
4.4.1. Acquisition des données microtomographiques	97
4.4.2. Traitement des images	99
4.4.2.1. Reconstruction des coupes	99
4.4.2.2. Segmentation et reconstruction de surface	100
4.4.2.3. Plans de référence.....	105
4.4.3. Proportions des tissus dentaires.....	107
4.4.3.1. Mesures surfaciques et volumiques 3D.....	107
4.4.3.2. Mesures linéaires et surfaciques 2D.....	109
4.4.4. Caractérisation de l'épaisseur de l'émail.....	110
4.4.4.1. Indices d'épaisseurs de l'émail	110
4.4.4.2. Cartographie de l'épaisseur de l'émail.....	111
4.4.4.3. Variation topographique de l'épaisseur de l'émail	112
4.4.4.4. Épaisseurs linéaires de l'émail	112
4.4.5. Morphométrie géométrique 3D de la jonction émail-dentine	113
4.5. Synthèse sur les méthodes d'analyses.....	117
5. Résultats.....	119
5.1. Usure occlusale	120
5.1.1. Évolution de l'usure occlusale.....	120
5.1.2. Comparaison entre deux populations néolithiques.....	125
5.2. Structure externe.....	133
5.2.1. Évolution des dimensions coronaires	133
5.2.2. Variation et évolution des variations anatomiques non métriques.....	144
5.3. Structure interne	160
5.3.1. Variation et évolution des proportions des tissus dentaires.....	160
5.3.2. Variation et évolution de l'épaisseur de l'émail.....	218
5.3.2.1. Indices d'épaisseur de l'émail	218
5.3.2.2. Cartographie de l'épaisseur de l'émail.....	244
5.3.2.3. Variation topographique de l'épaisseur de l'émail	247
5.3.2.4. Épaisseurs linéaires de l'émail	249

5.3.3. Variation et évolution de la morphologie de la jonction email-dentine	255
5.3.4. Microévolution à l'échelle locale	258
5.3.5. Proximités biologiques interindividuelles	266
5.3.6. Sélection de l'épaisseur de l'email	275
5.4. Synthèse des résultats.....	281
6. Discussion.....	283
Conclusions et perspectives	301
Bibliographie.....	309
Annexes.....	355

Liste des figures

- Figure 1.** Frise chronologique présentant les cadres climatiques et culturels de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène (entre 20000 et 5000 cal. BP environ) pour l'ouest de l'Europe. Modifié d'après Marchand (2014a). 3
- Figure 1.1.** Dentures humaines déciduale (cercle interne) et permanente (cercle externe) synthétisant les différents termes utilisés en anthropologie dentaire. 10
- Figure 1.2.** Numérotation selon la nomenclature dentaire universelle pour la denture déciduale (en haut) et pour la denture permanente (en bas). 11
- Figure 1.3.** Numérotation selon la nomenclature de Zsigmondy et Palmer pour la denture déciduale (en haut) et pour la denture permanente (en bas). 12
- Figure 1.4.** Numérotation selon la nomenclature de la Fédération Dentaire Internationale pour la denture déciduale (en haut) et pour la denture permanente (en bas). 12
- Figure 1.5.** Numérotation selon la nomenclature adoptée dans cette étude pour la denture déciduale (en haut) et pour la denture permanente (en bas). 13
- Figure 1.6.** Termes utilisés pour décrire les éminences et les dépressions coronaires. Photo : ULM1 dans Bailey (2002). 14
- Figure 1.7.** Équivalence des noms attribués aux cuspides des molaires supérieures et inférieures selon les différents systèmes (M = mésial, B = buccal, D = distal, L = lingual). Photos : White et Folkens (2005). 14
- Figure 1.8.** Les différents tissus dentaires constituant une dent, représentés sur une UII en coupe sagittale (B = buccal, L = lingual). 15
- Figure 1.9.** Les stades de développement dentaire. A = phase d'initiation ; B à E = phases de morphogenèse avec B = bourgeon ; C = capuchon ; D = cloche ; E = cloche à un stade avancé ; et F = phase de différenciation . Modifié d'après Pansky (1982). 18
- Figure 1.10.** Formation de la gaine épithéliale de Hertwig et prolifération des tissus qui l'entourent. Modifié d'après Scwhartz et Dean (2000). 19
- Figure 1.11.** Différents types de microstructures de l'émail. Dans l'encadré à droite, la flèche horizontale montre la direction de formation des prismes d'émail, et la flèche verticale indique l'orientation des striations transversales. Modifié d'après Guatelli-Steinberg (2009). 21
- Figure 1.12.** Le code homéobox odontogénétique : homéogènes s'exprimant dans une région restreinte du mésenchyme, localisés sur l'ébauche mandibulaire chez la souris (A), et fournissant les informations spatiales nécessaires à la détermination du type de dents chez les murinés (B) et d'autres groupes de mammifères (C). D'après McCollum et Sharpe (2001). 23
- Figure 1.13.** Représentation schématique du modèle de développement en cascade des cuspides, illustrant les cornes de dentines (en noir) de l'entoconide (EN) et de l'hypoconulide (HD), les zones d'inhibition des nœuds de l'émail (en rouge) et la présence variable de l'entoconulide (ED). A : pas de formation de l'entoconulide en raison de la taille des zones d'inhibition et/ou de l'initiation de l'entoconide et de l'hypoconide ; B : formation possible de l'entoconulide due à la réduction des zones d'inhibition et/ou la fin de formation de l'entoconide et de l'hypoconide. Modifié d'après Skinner et Gunz (2010). 25

Figure 1.14. Le cycle de la mastication, détaillant les positions de la LRM1 par rapport à la URM1 (en vues mésiales) lors des mouvements d'ouverture, de mâchement et de fermeture. Modifié d'après Hillson (1996).....	29
Figure 1.15. Gammes de variation des fréquences moyennes observées pour quelques traits anatomiques dentaires dans plusieurs populations d'Hommes actuels. D'après Scott et Turner (1997) et Bailey et Hublin (2013).....	38
Figure 1.16. Cartographies comparatives de l'épaisseur de l'émail sur des LM1 en vues bucco-occlusales. La molaire du Néandertalien de l'Abri Suard (S14-7, à gauche) présente des épaisseurs d'émail plus faibles par rapport à la LM1 d'un homme actuel (EH-U21, à droite). L'échelle chromatique montre en bleu foncé les épaisseurs d'émail les plus faibles, et en rouge les épaisseurs les plus fortes (M = mésial, B = buccal, D = distal, L = lingual). Modifié d'après Bayle et al. (2010).....	41
Figure 2.1. Nombre d'études sur la réduction dentaire par année de publication.	48
Figure 2.2. Répartition des études par origine géographique des échantillons.	49
Figure 2.3. Diamètres mésiodistaux (MD) et buccolinguaux (BL) du maxillaire (en haut) et de la mandibule (en bas) pour les vestiges humains français échantillonnés par Frayer (1978), après révision des attributions chronologiques des spécimens datés du début du Paléolithique supérieur (EUP, <i>Early Upper Palaeolithic</i>), de la fin du Paléolithique supérieur (LUP, <i>Late Upper Palaeolithic</i>), du Premier Mésolithique (EMESO, <i>Early Mesolithic</i>) et du Second Mésolithique (LMESO, <i>Late Mesolithic</i>).	56
Figure 2.4. Modifications énergétiques et nutritionnelles impliquées dans l'évolution des dimensions dentaires selon le modèle SBE. Modifié d'après Jolly (1970).	58
Figure 2.5. Dents permanentes les plus affectées par la réduction des dimensions dentaires (en rouge) selon le modèle CI. Illustration modifiée d'après Ubelaker (1989). En gris : dents déciduales.	59
Figure 2.6. Principaux facteurs affectant les dimensions dentaires et leurs interactions possibles selon le modèle IPDE. Modifié d'après Macchiarelli et Bondioli (1986).	61
Figure 3.1. Carte de répartition des sites inventoriés ayant livré des restes humains datés de la fin du Paléolithique, du Mésolithique et du début du Néolithique. La légende des numéros de site est indiquée dans le Tableau 3.1.....	72
Figure 3.2. Nombre minimal d'individus (NMI) recensés par site.	75
Figure 3.3. Fiabilité de l'attribution chronoculturelle des restes humains pour les sites inventoriés selon les niveaux définis dans la Section 3.1.2.....	75
Figure 3.4. Carte de répartition des vestiges dentaires sélectionnés pour l'analyse morphométrique externe.....	76
Figure 3.5. Carte de répartition des vestiges dentaires sélectionnés pour l'analyse morphométrique interne.	80
Figure 4.1. Illustrations des stades de minéralisation pour les incisives, les canines, les prémolaires et les molaires permanentes (en haut) ; et les incisives, les canines et les molaires déciduales (en bas). Modifié d'après Demirjian <i>et al.</i> (1973) et Liversidge et Molleson (2004).	86
Figure 4.2. Les différents stades d'usure occlusale représentés pour les différentes classes de dents. Modifié d'après Molnar (1971a).	89

Figure 4.3. Les différentes catégories de directions d'usure occlusale illustrées sur une molaire supérieure en vue mésiale (à gauche) et buccale (à droite). (M = mésial, B = buccal, D = distal, L = lingual). Modifié d'après Molnar (1971a).	90
Figure 4.4. Les différentes formes d'usure occlusale illustrées (arbitrairement) sur une incisive supérieure (à gauche) et une molaire supérieure (à droite) en vues buccales. Modifié d'après Molnar (1971a).	90
Figure 4.5. Codage de l'usure selon la méthode de Smith (1984) : illustrations des différents degrés d'usure. Modifié d'après Smith (1984).	92
Figure 4.6. Position des diamètres mésiodistaux et buccolinguaux, mesurés « classiquement » et au collet, sur une incisive supérieure (en haut) et une molaire inférieure (en bas). Modifié d'après Hillson (2005).	94
Figure 4.7. Projection de l'intensité maximale des images μ CT réorientées selon le plan basal (à gauche) et selon le plan de section (à droite) pour la LRM1 incluse dans la mandibule de l'enfant de Lafaye.	95
Figure 4.8. Microtomographe RX <i>in vivo</i> Skyscan 1076 de la plateforme MRI de l'Université de Montpellier 2.....	97
Figure 4.9. Positionnement des échantillons au centre du lit d'acquisition (à gauche) et regroupement de plusieurs dents isolées dans du film mousse en polyéthylène (à droite). 98	
Figure 4.10. Microtomographe Viscom X8050-16 « multi-échelle » de l'Université de Poitiers.	99
Figure 4.11. Radio (à gauche), image reconstruite (au centre) et rendu volumique correspondant (à droite), issus de l'acquisition μ CT de cinq dents isolées (LLdi1, URdm1, URdm2, ULdm2 et URM1) de l'enfant de Lafaye avant individualisation.	100
Figure 4.12. Protocole du HMH réalisé sur une LLP3 du Morin avec le logiciel ImageJ 1.45 (Rasband 2011). Le profil des valeurs de niveaux de gris permet de distinguer les valeurs des interfaces entre les tissus dentaires et l'air.	103
Figure 4.13. Isolation virtuelle des tissus dentaires (émail en blanc, dentine en jaune et, en rouge, cavité pulpaire laissée vide après destruction des tissus mous) d'une LRC des Perrats (vues distales). De gauche à droite : reconstruction de surface complète ; surface externe de l'émail (SEE) ; dentine complète ; jonction émail-dentine (JED) ; pulpe.	104
Figure 4.14. Reconstruction 3D de surface d'une UM2 de Gurgy montrant les tissus dentaires en transparence (émail en gris, dentine en jaune et pulpe en rouge). La position du plan basal permet de séparer virtuellement la couronne et les racines, et de mesurer les variables surfaciques et volumiques 3D.	108
Figure 4.15. Sections virtuelles d'une UM2 (à gauche) et d'une UI1 (à droite) de Gurgy montrant les mesures linéaires et surfaciques 2D.....	109
Figure 4.16. Cartographie en 3D de la distribution de l'émail d'une UM2 de Gurgy.	111
Figure 4.17. Variation topographique de l'épaisseur de l'émail (en rouge) de la face buccale d'une UI1 de Gurgy, calibrée par rapport au diamètre bi-cervical.....	112
Figure 4.18. Épaisseurs linéaires de l'émail extraites au niveau des cuspidés mésiales des molaires, illustrées sur une section virtuelle d'une UM2.	113
Figure 4.19. Les trois étapes de la superposition procruste, illustrées à partir de landmarks positionnés sur des ailes de guêpes. A : centrage sur une origine commune par translation ; B : mise à l'échelle par rapport à une taille centroïde unique ; C : rotation pour minimiser la somme des distances carrées entre les landmarks homologues ; D : résultat de la	

superposition procruste. Les coordonnées des landmarks pour les conformations résultantes sont appelées des coordonnées de forme procruste. Modifié d'après Perrard (2012).....	114
Figure 4.20. Modèle 3D (<i>template</i>) de la jonction émail-dentine pour une UM2 de Gurgy. Les landmarks sont en noir, les semilandmarks de courbe en gris, et les semilandmarks de surface en blanc.	116
Figure 5.1. Proportions d'usure de direction oblique observées pour les molaires permanentes supérieures datées de la fin du Paléolithique (Paléo = Magdalénien moyen et supérieur, Azilien), du Mésolithique (Mésol = Premier et Second Mésolithique) et du début du Néolithique (Néo = Néolithique ancien et moyen).....	124
Figure 5.2. Proportions d'usure de direction oblique observées pour les molaires permanentes inférieures datées de la fin du Paléolithique (Paléo = Magdalénien moyen et supérieur, Azilien), du Mésolithique (Mésol = Premier et Second Mésolithique) et du début du Néolithique (Néo = Néolithique ancien et moyen).....	124
Figure 5.3. Répartition des degrés d'usure (Molnar 1971a) des molaires en fonction du sexe (F = féminin, M = masculin) des individus de Gurgy.	127
Figure 5.4. Types d'usure occlusale observés pour les UM1 de Gurgy.....	128
Figure 5.5. Types d'usure occlusale observés pour les UM1 des Bréguières.	128
Figure 5.6. Types d'usure occlusale observés pour les UM2 de Gurgy.....	129
Figure 5.7. Types d'usure occlusale observés pour les UM2 des Bréguières.	129
Figure 5.8. Types d'usure occlusale observés pour les LM1 de Gurgy.	130
Figure 5.9. Types d'usure occlusale observés pour les LM1 des Bréguières.	130
Figure 5.10. Types d'usure occlusale observés pour les LM2 de Gurgy.	131
Figure 5.11. Types d'usure occlusale observés pour les LM2 des Bréguières.	131
Figure 5.12. Évolution des diamètres mésiodistal (MD) et buccolingual (BL) pour les dents déciduales supérieures (en haut) et inférieures (en bas) datées de la fin du Paléolithique (Paléo = Magdalénien moyen, Magdalénien supérieur, Azilien), du Mésolithique (Mésol = Premier et Second Mésolithique) et du début du Néolithique (Néo = Néolithique ancien et moyen).	137
Figure 5.13. Évolution des diamètres mésiodistal (MD) et buccolingual (BL) pour les dents permanentes supérieures (en haut) et inférieures (en bas) datées de la fin du Paléolithique (Paléo = Magdalénien moyen, Magdalénien supérieur, Azilien), du Mésolithique (Mésol = Premier et Second Mésolithique) et du début du Néolithique (Néo = Néolithique ancien et moyen).	143
Figure 5.14. Dendrogramme obtenu selon la méthode de Ward, à partir des valeurs de MMD entre les individus du début du Néolithique.	149
Figure 5.15. Dendrogramme obtenu selon la méthode de Ward, à partir des valeurs de MMD entre les individus de la fin du Paléolithique (Paléo), du Mésolithique (Mésol) et du début du Néolithique (Néo).	158
Figure 5.16. Dendrogramme obtenu selon la méthode de Ward, à partir des valeurs de MMD entre les individus des différentes chronocultures. Voir le Tableau 5.17 pour la signification des abréviations.	159

Figure 5.17. Comparaison des volumes de l'émail (Evol) et des volumes de dentine et de pulpe coronaire (DPvol) pour les dents déciduales supérieures datées de la fin du Paléolithique.	162
Figure 5.18. Reconstructions virtuelles 3D du fragment de maxillaire droit de l'individu immature de Rochereil (en vue buccale). a) après segmentation des dents déciduales en place (de droite à gauche, URdm1 et URdm2) et b) des germes inclus des dents permanentes (de droite à gauche, URI2, URC, URP3 et URP4) visibles après mise en transparence de l'os alvéolaire en beige. c) Les volumes des différents tissus dentaires sont présentés en blanc pour l'émail en blanc, en jaune pour la dentine et en rouge pour la pulpe. d) Visualisation en transparence des proportions des tissus dentaires.	163
Figure 5.19. Comparaison des volumes de l'émail (Evol) et des volumes de dentine et de pulpe coronaire (DPvol) pour les dents déciduales inférieures datées de la fin du Paléolithique supérieur.	164
Figure 5.20. Comparaison des volumes de l'émail (Evol) et des volumes de dentine et de pulpe coronaire (DPvol) pour les dents permanentes supérieures datées de la fin du Paléolithique supérieur.	166
Figure 5.21. Reconstruction virtuelle 3D après segmentation des deux dents de La Piscine : la URP3 dans l'encadré (en vue buccale) et la LRM1 incluse dans le fragment de mandibule (en vue linguale). Les volumes des différents tissus sont visualisés en transparence : l'émail en blanc, la dentine en jaune, la pulpe en rouge, le ciment en orange, et l'os alvéolaire de la mandibule en beige.	168
Figure 5.22. Comparaison des volumes de l'émail (Evol) et des volumes de dentine et de pulpe coronaire (DPvol) pour les dents permanentes inférieures datées de la fin du Paléolithique supérieur.	169
Figure 5.23. Comparaison des volumes de l'émail (Evol) et de dentine et de pulpe coronaire (DPvol) pour les dents déciduales supérieures datées du Mésolithique.	172
Figure 5.24. Comparaison des volumes de l'émail (en blanc), de la dentine (en jaune) et de la pulpe (en rouge) pour les Udm2 de La Vergne et de Houleau en vues linguale et occlusale.	172
Figure 5.25. Comparaison des volumes de l'émail (Evol) et de dentine et de pulpe coronaire (DPvol) des dents déciduales inférieures datées du Mésolithique.	173
Figure 5.26. Comparaison des volumes de l'émail (Evol) et de dentine et de pulpe coronaire (DPvol) pour les dents permanentes supérieures datées du Mésolithique.	177
Figure 5.27. Comparaison des volumes de l'émail (Evol) et de dentine et de pulpe coronaire (DPvol) pour les dents permanentes inférieures datées du Mésolithique.	177
Figure 5.28. Comparaison des volumes de l'émail (Evol) et des volumes de dentine et de pulpe coronaire (DPvol) pour les dents déciduales supérieures datées du début du Néolithique.	181
Figure 5.29. Comparaison des volumes de l'émail (Evol) et des volumes de dentine et de pulpe coronaire (DPvol) pour les dents déciduales inférieures datées du début du Néolithique.	183
Figure 5.30. Comparaison des volumes de l'émail (Evol) et des volumes de dentine et de pulpe coronaire (DPvol) pour les dents permanentes supérieures datées du début du Néolithique.	186

Figure 5.31. Comparaison des volumes d'émail (Evol) et des volumes de dentine et de pulpe coronaire (DPvol) pour les dents permanentes inférieures datées du début du Néolithique.	189
Figure 5.32. Comparaison des surfaces d'émail (c) et des surfaces de dentine et de pulpe coronaire (b) pour les dents permanentes supérieures (en haut) et inférieures (en bas) datées du début du Néolithique.	192
Figure 5.33. Évolution du volume de l'émail (Evol), du volume de dentine et de pulpe (DPvol) et du pourcentage de dentine et de pulpe dans la couronne (%DPvol) pour les dents déciduales supérieures (en haut) et les dents déciduales inférieures (en bas).	200
Figure 5.34. Évolution de la surface d'émail (c), de la surface de dentine et de pulpe (b) et du pourcentage de dentine et de pulpe dans la couronne (%b) pour les dents déciduales supérieures (en haut) et inférieures (en bas).	204
Figure 5.35. Évolution du volume d'émail (Evol), du volume de dentine et de pulpe (DPvol) et du pourcentage de dentine et de pulpe dans la couronne (%DPvol) pour les dents permanentes supérieures (en haut) et inférieures (en bas).	210
Figure 5.36. Évolution des surfaces d'émail (c), de dentine et de pulpe (b) et du pourcentage de dentine et de pulpe dans la couronne (%b) pour les dents permanentes supérieures (en haut) et inférieures (en bas).	212
Figure 5.37. Comparaison des logarithmes du volume de la dentine et de la pulpe et de l'épaisseur moyenne de l'émail ($\log(\text{DPvol})$ vs $\log(\text{AET3D})$, représentation graphique du RET3D) pour les dents déciduales supérieures (en haut) et inférieures (en bas) de la fin du Paléolithique.	220
Figure 5.38. Comparaison des logarithmes du volume de la dentine et de la pulpe et de l'épaisseur moyenne de l'émail ($\log(\text{DPvol})$ vs $\log(\text{AET3D})$, représentation graphique du RET3D) pour les dents permanentes supérieures (en haut) et inférieures (en bas) de la fin du Paléolithique.	222
Figure 5.39. Comparaison des logarithmes du volume de la dentine et de la pulpe et de l'épaisseur moyenne de l'émail ($\log(\text{DPvol})$ vs $\log(\text{AET3D})$, représentation graphique du RET3D) pour les dents déciduales supérieures (en haut) et inférieures (en bas) du Mésolithique.	224
Figure 5.40. Comparaison des logarithmes du volume de la dentine et de la pulpe et de l'épaisseur moyenne de l'émail ($\log(\text{DPvol})$ vs $\log(\text{AET3D})$, représentation graphique du RET3D) pour les dents permanentes supérieures (en haut) et inférieures (en bas) du Mésolithique.	227
Figure 5.41. Comparaison des logarithmes du volume de la dentine et de la pulpe et de l'épaisseur moyenne de l'émail ($\log(\text{DPvol})$ vs $\log(\text{AET3D})$, représentation graphique du RET3D) pour les dents déciduales supérieures (en haut) et inférieures (en bas) du début du Néolithique.	230
Figure 5.42. Comparaison des logarithmes du volume de la dentine et de la pulpe et de l'épaisseur moyenne de l'émail ($\log(\text{DPvol})$ vs $\log(\text{AET3D})$, représentation graphique du RET3D) pour les dents permanentes supérieures (en haut) et inférieures (en bas) du début du Néolithique.	234
Figure 5.43. Évolution des indices AET3D (en haut) et RET3D (en bas) pour les dents déciduales supérieures. SD = sans dimension.	235
Figure 5.44. Évolution des indices AET3D (en haut) et RET3D (en bas) pour les dents déciduales inférieures. SD = sans dimension.	237

- Figure 5.45.** Évolution des indices AET3D (en haut) et RET3D (en bas) pour les dents permanentes supérieures. SD = sans dimension. 241
- Figure 5.46.** Évolution des indices AET3D (en haut) et RET3D (en bas) pour les dents permanentes inférieures. SD = sans dimension. 243
- Figure 5.47.** Cartographies comparatives de l'épaisseur de l'émail des incisives, des canines et des molaires permanentes supérieures datées de la fin du Paléolithique (Paléo), du Mésolithique (Més) et du début du Néolithique (Néo). Les dents antérieures (en vue buccale) et les dents postérieures (en vue occlusale) les moins usées de chaque période ont été choisies pour représenter la condition moyenne de l'épaisseur de l'émail pour chacune des périodes. Les dents sont toutes illustrées comme des dents droites. 245
- Figure 5.48.** Cartographies comparatives de l'épaisseur de l'émail des incisives, des canines et des molaires permanentes inférieures datées de la fin du Paléolithique (Paléo), du Mésolithique (Més) et du début du Néolithique (Néo). Les dents antérieures (en vue buccale) et les dents postérieures (en vue occlusale) les moins usées de chaque période ont été choisies pour représenter la condition moyenne de l'épaisseur de l'émail pour chacune des périodes. Les dents sont toutes illustrées comme des dents droites. 246
- Figure 5.49.** Profil de la variation topographique des faces buccale (en haut) et linguale (en bas) pour les UM2 datées de la fin du Paléolithique supérieur (Paléo), du Mésolithique (Més) et du début du Néolithique (Néo). sd = écart-type. 247
- Figure 5.50.** Profil de la variation topographique des faces buccale (en haut) et linguale (en bas) pour les LM1 datées de la fin du Paléolithique supérieur (Paléo), du Mésolithique (Més) et du début du Néolithique (Néo). sd = écart-type. 248
- Figure 5.51.** Résultat de l'ACP en espace de forme pour la JED des UM2 des différentes périodes chronoculturelles et variation de la JED (en vue occlusale, en haut à droite) selon les trois premières composantes principales (PC). 256
- Figure 5.52.** Résultat de l'ACP en espace de forme pour la JED des UM2 des différents sites et variation de la JED (en vue distale, en haut à droite) selon les trois premières composantes principales (PC). 257
- Figure 5.53.** Évolution des volumes d'émail (Evol), de dentine et de pulpe (DPvol) et du pourcentage de dentine et de pulpe dans la couronne (%DPvol) pour les dents inférieures du Premier Mésolithique (Més I) et du Néolithique final (Néo f) des Perrats. 259
- Figure 5.54.** Évolution des surfaces d'émail (c), de dentine et de pulpe (b) et du pourcentage de dentine et de pulpe dans la couronne (%b) pour les dents du Premier Mésolithique (Més I) et du Néolithique final (Néo f) des Perrats. 260
- Figure 5.55.** Évolution des indices AET3D et RET3D (à gauche), et AET2D et RET2D (à droite) pour les dents du Premier Mésolithique (Més I) et du Néolithique final (Néo f) des Perrats. 261
- Figure 5.56.** Cartographie des épaisseurs de l'émail des LM1 du Mésolithique (Més I) et du Néolithique final (Néo f) des Perrats. L'échelle chromatique indique en bleu foncé les épaisseurs les plus faibles, et en rouge les épaisseurs les plus fortes (O = occlusal, D = distal, M = mésial, B = buccal, L = lingual). 261
- Figure 5.57.** Évolution du volume d'émail (Evol), du volume de dentine et de pulpe (DPvol) et du pourcentage de dentine et de pulpe dans la couronne (%DPvol) pour les dents permanentes inférieures du Second Mésolithique (Més II), du Néolithique moyen (Néo m) et du Néolithique final (Néo f) d'Auneau. 262
- Figure 5.58.** Évolution de la surface d'émail (c), de la surface de dentine et de pulpe (b) et du pourcentage de dentine et de pulpe dans la couronne (%b) pour les dents permanentes

inférieures du Second Mésolithique (Méso II), du Néolithique moyen (Néo m) et du Néolithique final (Néo f) d'Auneau.....	263
Figure 5.59. Évolution des indices AET3D et RET3D (à gauche), et AET2D et RET2D (à droite) pour les dents permanentes inférieures du Second Mésolithique (Méso II), du Néolithique moyen (Néo m) et du Néolithique final (Néo f) d'Auneau.	264
Figure 5.60. Cartographie des épaisseurs de l'émail des LM1 du Second Mésolithique (Méso II), du Néolithique moyen (Néo m) et du Néolithique final (Néo f) d'Auneau. L'échelle chromatique indique en bleu foncé les épaisseurs les plus faibles, et en rouge les épaisseurs les plus fortes (O = occlusal, M = mésial, D = distal, B = buccal, L = lingual).	265
Figure 5.61. Plan de la nécropole néolithique de Gurgy (Yonne, France) et identification des structure funéraires des individus échantillonnés.....	267
Figure 5.62. Comparaisons du volume de l'émail et du volume de dentine et de pulpe (Evol vs DPvol) (en haut) et du logarithme du volume de dentine et de pulpe et du logarithme de l'épaisseur moyenne de l'émail (log(DPvol) vs log (AET3D), représentation graphique du RET3D) (en bas), en fonction des structures funéraires (à gauche) et des phases d'occupation (à droite).....	270
Figure 5.63. Dendrogramme obtenu sur les proportions des tissus coronaires (Evol et DPvol), selon la méthode d'analyses en cluster de Ward.	271
Figure 5.64. Résultat de l'ACP en fonction de la structure funéraire et variation de forme de la JED (en vue occlusale, en haut à droite) selon les trois premières composantes principales (PC).....	273
Figure 5.65. Résultat de l'ACP en fonction des phases d'occupation et variation de forme de la JED (en vue mésiale, en haut à droite) selon les trois premières composantes principales (PC).....	274
Figure 5.66. Types d'usure occlusale observés pour les UM2 de Sains-en-Gohelle.	276
Figure 5.67. Cartographies comparatives des épaisseurs de l'émail pour les UM2 des individus néolithiques et médiévaux. L'échelle chromatique indique en bleu foncé les épaisseurs les plus faibles, et en rouge les épaisseurs les plus fortes (O = occlusal, M = mésial, D = distal, B = buccal, L = lingual).....	278
Figure 5.68. Profil topographique de la variation des épaisseurs de l'émail mesurées sur les aspects buccaux (en haut) et linguaux (en bas) sur les sections virtuelles passant par les cuspides mésiales des UM2 néolithiques et médiévales.	280
Figure 6.1. Cartographie 3D de la variation topographique de l'hypercémentose pour la LRM1 de La Piscine. L'échelle chromatique indique en blanc les épaisseurs de ciment les plus faibles et en jaune les épaisseurs les plus fortes (M = mésial, D = distal, B = buccal, L = lingual, A = apical).	305

Liste des tableaux

Tableau 1.1. Présentation de la nomenclature dentaire utilisée.	12
Tableau 2.1. Révision des attributions culturelles des spécimens français de l'échantillon de Frayer (1978).	54
Tableau 2.2. Synthèse du compromis entre morphologie et taille des dents et résistance associées selon le modèle SCE.	60
Tableau 2.3. Synthèse des principaux modèles de réduction dentaire.	62
Tableau 3.1. Liste des sites inventoriés.	73
Tableau 3.2. Fiabilité de l'attribution chronologique des vestiges humains retenus.	77
Tableau 3.3. Détails des échantillons dentaires sélectionnés pour l'analyse morphométrique externe.	78
Tableau 3.4. Détails des échantillons dentaires microtomographiés pour l'analyse morphométrique interne.	81
Tableau 3.5. Effectifs des molaires de Gurgy et des Bréguières pour le codage des types d'usure occlusale.	82
Tableau 3.6. Échantillons dentaires du Néolithique final des Perrats et d'Auneau.	82
Tableau 4.1. Définitions des stades de minéralisation des dents déciduales (lettres minuscules) et permanentes (lettres majuscules). Modifié d'après Demirjian <i>et al.</i> (1973), Liversidge et Molleson (2004) et Bayle (2008a).	85
Tableau 4.2. Définitions des stades des différentes composantes (degré, direction, forme) du codage de l'usure. Modifié d'après Molnar (1971a).	88
Tableau 4.3. Codage de l'usure selon la méthode de Smith (1984) : définitions des degrés pour chaque classe dentaire. Modifié d'après Smith (1984).	91
Tableau 4.4. Variations anatomiques dentaires non métriques observées.	96
Tableau 4.5. Paramètres d'acquisition et caractéristiques des images reconstruites.	101
Tableau 4.6. Synthèse des différents types d'analyses menés sur les restes dentaires provenant des différents sites.	117
Tableau 5.1. Type d'usure occlusale pour les dents déciduales supérieures et inférieures : pourcentage d'usure avec un degré supérieur ou égal à 3, direction et forme majoritaires (Molnar 1971a).	121
Tableau 5.2. Type d'usure occlusale pour les dents permanentes supérieures et inférieures : pourcentage d'usure avec un degré supérieur ou égal à 3, direction et forme majoritaires (Molnar 1971a).	123
Tableau 5.3. Répartition des degrés d'usure (Molnar 1971a) pour les différentes molaires permanentes observées à Gurgy.	126
Tableau 5.4. Répartition des degrés d'usure (Molnar 1971a) pour les différentes molaires permanentes observées aux Bréguières.	126
Tableau 5.5. Synthèse des directions et des formes d'usure oblique pour les molaires de Gurgy et des Bréguières.	133
Tableau 5.6. Évolution des dimensions coronaires des dents déciduales supérieures.	134
Tableau 5.7. Évolution des dimensions coronaires des dents déciduales inférieures.	136

Tableau 5.8. Évolution des dimensions coronaires des dents permanentes supérieures.....	138
Tableau 5.9. Évolution des dimensions coronaires des dents permanentes inférieures.....	140
Tableau 5.10. Résultats significatifs du test <i>t</i> de Student pour la comparaison des dimensions coronaires entre les dents permanentes des différentes périodes.	142
Tableau 5.11. Mesures moyennes de divergence (MMD) calculées entre les individus des sites du début du Néolithique.	148
Tableau 5.12. Fréquence des variations anatomiques non métriques (VANM) des dents permanentes et lien à l'âge.	150
Tableau 5.13. Fréquence des variations anatomiques non métriques (VANM) pour les dents déciduales.	153
Tableau 5.14. Fréquence des VANM pour les dents permanentes supérieures.....	155
Tableau 5.15. Fréquence des VANM pour les dents permanentes inférieures.	157
Tableau 5.16. Mesures moyennes de divergence (MMD) calculées pour les trois périodes.	158
Tableau 5.17. Mesures moyennes de divergence (MMD) calculées pour les différentes chronocultures.	159
Tableau 5.18. Mesures surfaciques et volumiques 3D pour les dents déciduales datées de la fin du Paléolithique.....	161
Tableau 5.19. Mesures linéaires et surfaciques 2D pour les dents déciduales datées de la fin du Paléolithique.	165
Tableau 5.20. Mesures surfaciques et volumiques 3D pour les dents permanentes datées de la fin du Paléolithique.....	167
Tableau 5.21. Mesures linéaires et surfaciques 2D pour les dents permanentes datées de la fin du Paléolithique.	170
Tableau 5.22. Mesures surfaciques et volumiques 3D pour les dents déciduales datées du Mésolithique.	171
Tableau 5.23. Mesures linéaires et surfaciques 2D pour les dents déciduales datées du Mésolithique.	174
Tableau 5.24. Mesures surfaciques et volumiques 3D pour les dents permanentes datées du Mésolithique.	175
Tableau 5.25. Mesures linéaires et surfaciques 2D pour les dents permanentes datées du Mésolithique.	178
Tableau 5.26. Mesures surfaciques et volumiques 3D pour les dents déciduales supérieures datées du début du Néolithique.	180
Tableau 5.27. Mesures surfaciques et volumiques 3D pour les dents déciduales inférieures datées du début du Néolithique.	182
Tableau 5.28. Mesures linéaires et surfaciques 2D pour les dents déciduales supérieures datées du début du Néolithique.	184
Tableau 5.29. Mesures linéaires et surfaciques 2D pour les dents déciduales inférieures datées du début du Néolithique.	185
Tableau 5.30. Mesures surfaciques et volumiques 3D pour les dents permanentes supérieures datées du début du Néolithique.	187
Tableau 5.31. Mesures surfaciques et volumiques 3D pour les dents permanentes inférieures datées du début du Néolithique.	190

Tableau 5.32. Mesures linéaires et surfaciques 2D pour les dents permanentes supérieures datées du début du Néolithique.	193
Tableau 5.33. Mesures linéaires et surfaciques 2D pour les dents permanentes inférieures datées du début du Néolithique.	195
Tableau 5.34. Évolution des proportions des tissus dentaires en 3D pour les dents déciduales supérieures.	198
Tableau 5.35. Évolution des proportions des tissus dentaires en 3D pour les dents déciduales inférieures.	199
Tableau 5.36. Résultats significatifs du test <i>t</i> de Student pour les mesures surfaciques et volumiques 3D entre les dents déciduales des différentes périodes.	201
Tableau 5.37. Évolution des proportions des tissus dentaires en 2D pour les dents déciduales supérieures.	202
Tableau 5.38. Évolution des proportions des tissus dentaires en 2D pour les dents déciduales inférieures.	203
Tableau 5.39. Résultats significatifs du test <i>t</i> de Student pour les mesures linéaires et surfaciques 2D des dents permanentes des différentes périodes.	204
Tableau 5.40. Évolution des proportions des tissus dentaires en 3D pour les dents permanentes supérieures.	206
Tableau 5.41. Évolution des proportions des tissus dentaires en 3D pour les dents permanentes inférieures.	208
Tableau 5.42. Résultats significatifs du test <i>t</i> de Student pour les mesures surfaciques et volumiques 3D des dents permanentes des différentes périodes.	211
Tableau 5.43. Évolution des proportions des tissus dentaires en 2D pour les dents permanentes supérieures.	213
Tableau 5.44. Évolution des proportions des tissus dentaires en 2D pour les dents permanentes inférieures.	215
Tableau 5.45. Résultats significatifs du test <i>t</i> de Student pour les mesures linéaires et surfaciques 2D entre les dents permanentes des différentes périodes.	217
Tableau 5.46. Épaisseurs moyennes (AET) et relatives (RET) de l'émail en 3D et en 2D pour les dents déciduales de la fin du Paléolithique.	218
Tableau 5.47. Épaisseurs moyennes (AET) et relatives (RET) de l'émail en 3D et en 2D pour les dents permanentes de la fin du Paléolithique.	221
Tableau 5.48. Épaisseurs moyennes (AET) et relatives (RET) de l'émail en 3D et en 2D pour les dents déciduales du Mésolithique.	223
Tableau 5.49. Épaisseurs moyennes (AET) et relatives (RET) de l'émail en 3D et en 2D pour les dents permanentes du Mésolithique.	225
Tableau 5.50. Épaisseurs moyennes (AET) et relatives (RET) de l'émail en 3D et en 2D pour les dents déciduales du début du Néolithique.	228
Tableau 5.51. Épaisseurs moyennes (AET) et relatives (RET) de l'émail en 3D et en 2D pour les dents permanentes supérieures du début du Néolithique.	231
Tableau 5.52. Évolution des épaisseurs moyennes (AET) et relatives (RET) de l'émail en 3D et en 2D pour les dents déciduales supérieures.	236
Tableau 5.53. Évolution des épaisseurs moyennes (AET) et relatives (RET) de l'émail en 3D et en 2D pour les dents déciduales inférieures.	238

Tableau 5.54. Résultats significatifs du test <i>t</i> de Student pour la comparaison des épaisseurs moyennes (AET) et relatives (RET) de l'émail en 3D et en 2D entre les dents déciduales des différentes périodes.	239
Tableau 5.55. Évolution des épaisseurs moyennes (AET) et relatives (RET) de l'émail en 3D et en 2D pour les dents permanentes supérieures.	239
Tableau 5.56. Évolution des épaisseurs moyennes (AET) et relatives (RET) de l'émail en 3D et en 2D pour les dents permanentes inférieures.	242
Tableau 5.57. Résultats significatifs du test <i>t</i> de Student pour la comparaison des épaisseurs moyennes (AET) et relatives (RET) de l'émail en 3D et en 2D entre les dents permanentes des différentes périodes.	244
Tableau 5.58. Mesures des épaisseurs linéaires de l'émail pour les molaires déciduales et permanentes datées de la fin du Paléolithique.	249
Tableau 5.59. Résultats significatifs pour le test <i>t</i> de Student réalisés entre les mesures linéaires de l'émail des cuspides et au sein d'une même cuspide pour les molaires datées de la fin du Paléolithique.	250
Tableau 5.60. Mesures des épaisseurs linéaires de l'émail pour les molaires déciduales et permanentes datées du Mésolithique.	251
Tableau 5.61. Résultats significatifs pour le test <i>t</i> de Student réalisés entre les mesures linéaires de l'émail des cuspides et au sein d'une même cuspide pour les molaires datées du Mésolithique.	252
Tableau 5.62. Mesures des épaisseurs linéaires de l'émail pour les molaires déciduales et permanentes datées du début du Néolithique.	253
Tableau 5.63. Résultats significatifs pour le test <i>t</i> de Student réalisés entre les mesures linéaires de l'émail des cuspides et au sein d'une même cuspide pour les molaires datées du début du Néolithique.	254
Tableau 5.64. Résultats significatifs du test <i>t</i> de Student pour la comparaison des mesures linéaires de l'épaisseur de l'émail entre les molaires déciduales et permanentes des différentes périodes.	255
Tableau 5.65. Les 20 individus néolithiques échantillonnés dans la nécropole de Gurgy : paramètres biologiques et chronoculturels.	266
Tableau 5.66. Proportions des tissus dentaires et épaisseur de l'émail en 3D des UM2 de Gurgy.	268
Tableau 5.67. Statistiques descriptives des variables mesurées pour l'ensemble des individus, femmes et hommes.	269
Tableau 5.68. Nombre d'UM2 dans les échantillons néolithique et médiéval par degré d'usure occlusale (Molnar 1971a). Les sous-échantillons microCT sont indiqués entre parenthèses.	275
Tableau 5.69. Valeurs des épaisseurs moyennes (AET2D) et relatives (RET2D).	277
Tableau 5.70. Mesures linéaires de l'épaisseur de l'émail.	279
Tableau 5.71. Résultats des tests <i>t</i> de Student pour les différences d'épaisseurs de l'émail entre les cuspides des UM2 néolithiques et médiévales présentant pas ou peu d'usure occlusale (degré 1 à 3, Molnar 1971a).	279

Liste des annexes

Annexe 1. Équivalence entre les différentes nomenclatures dentaires.....	356
Annexe 2. Détail des informations renseignées lors de l'inventaire.....	358
Annexe 3. Inventaire des échantillons dentaires analysés.	360
Annexe 4. Inventaire des variations anatomiques dentaires non métriques observées.	407
Annexe 5. Détails des variables qualitatives et quantitatives renseignées lors des analyses morphométriques internes et externes.	441
Annexe 6. Distribution des datations radiocarbone pour la nécropole de Gurgy (Yonne) et la sépulture collective de l'Aven des Bréguières (Alpes-Maritimes).....	443
Annexe 7. Proportions des tissus dentaires et épaisseurs de l'émail des UM2 néolithiques de Gurgy.....	445
Annexe 8. Plan de la nécropole de Gurgy détaillant les regroupements d'individus obtenus d'après le dendrogramme de l'analyse en cluster.....	456

Introduction

Introduction

Dans l'ouest de l'Europe, la fin du Pléistocène et le début de l'Holocène sont marqués par d'importants changements environnementaux et culturels (**FIGURE 1**). Les sociétés de la fin du Paléolithique supérieur, de l'Épipaléolithique, du Mésolithique et du début du Néolithique ont été les témoins de fluctuations climatiques rapides (par exemple (*e.g.*) au Bölling, à l'Alleröd ou lors de l'événement climatique de 8200 cal. BP) (*e.g.*, deMenocal 2001 ; Bonsall *et al.* 2002 ; Magny *et al.* 2002 ; Magny 2004 ; Alley et Agustsdottir 2005 ; Blockley *et al.* 2006 ; Berger et Guilaine 2009), qui ont conduit à un renouvellement et une recomposition de la flore et de la faune (*e.g.*, Delpech *et al.* 1983 ; Costamagno *et al.* 2008 ; Leroyer *et al.* 2008 ; Joly et Visset 2009). Les groupes humains ont dû s'adapter aux nouvelles niches écologiques, dont la structure et la distribution de la biomasse disponible ont été modifiées (*e.g.*, Bonsall *et al.* 2002 ; Crombé *et al.* 2011, 2013 ; Banks *et al.* 2013). Ainsi, la relation entre l'Homme et son environnement a été totalement renouvelée au niveau des stratégies d'exploitation des ressources et du territoire (*e.g.*, Barbaza 1999 ; Holt 2003 ; Kozłowski 2005 ; Dupont *et al.* 2009 ; Szmidski *et al.* 2009 ; Villotte *et al.* 2010, 2014 ; Tresset et Vigne 2011 ; Bentley 2013 ; Shaw et Stock 2013 ; Leduc et Verjux 2014 ; Valdeyron 2014 ; Ruff *et al.* 2015). Ces reconfigurations écologiques se sont accompagnées d'innovations technologiques, révélant une mosaïque de cultures et une diversité d'organisations socio-économiques (*e.g.*, Rozoy 1978 ; Binder 2005 ; Marchand et Manen 2006 ; Marchand 2009, 2010, 2011, 2014 ; Perrin *et al.* 2009 ; Valdeyron 2011 ; Valdeyron *et al.* 2011b ; Langlais *et al.* 2012 ; Naudinot et Jacquier 2014 ; Marchand et Perrin 2015).

Deux bouleversements majeurs de l'histoire de l'humanité se sont produits à la fin du Pléistocène et au début de l'Holocène. D'abord, la progression des forêts et les transgressions marines au début de l'Holocène ont radicalement transformé les modes de vie des chasseurs-cueilleurs, ceux-ci se déplaçant dans des espaces plus fermés où la cueillette et la collecte ont commencé à occuper une part inédite au côté de la chasse et de la pêche (*e.g.*, Clarke 1976 ; Barbaza 1999 ; Valdeyron 2013, 2014). Ensuite, le passage d'une économie de prédation à une économie de production a mis en présence simultanément sur un même territoire les dernières sociétés de chasseurs-cueilleurs contemporaines des premières sociétés agropastorales (*e.g.*, Price 2000 ; Demoule 2009 ; Pinhasi et Stock 2011).

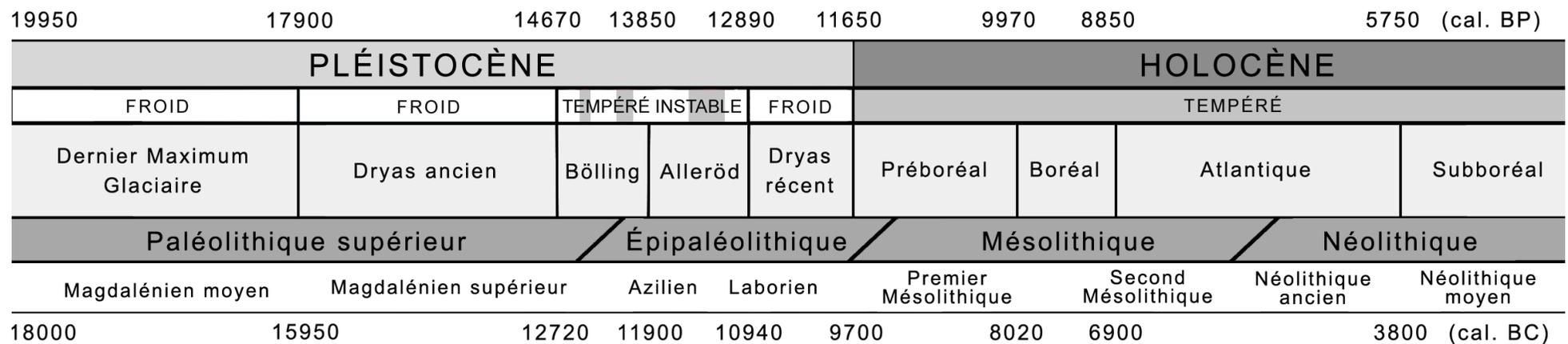


Figure 1. Frise chronologique présentant les cadres climatiques et culturels de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène (entre 20000 et 5000 cal. BP¹ environ) pour l'ouest de l'Europe. Modifié d'après Marchand (2014a).

¹ Dans le présent travail, les dates sont données en années calibrées avant le présent (cal. BP). Cependant, les équivalences en années avant Jésus-Christ (cal. BC) sont également présentées à titre indicatif dans les figures et les tableaux. Toutes les datations radiocarbone ont été calibrées à 2 sigmas avec le logiciel OxCal4.2 (Bronk Ramsey et Lee 2013), d'après la courbe IntCal13 (Reimer *et al.* 2013).

Ces modifications environnementales, sociétales et culturelles ont influencé l'évolution biologique des populations humaines de la fin de la Préhistoire (*e.g.*, Brace 1967, 1979 ; Greene 1970 ; Larsen 1995, 2006). En effet, dans le registre paléoanthropologique, des changements biologiques ont été observés sur l'ensemble du squelette (*e.g.*, Brace 1962 ; Frayer 1984 ; Armelagos *et al.* 1989 ; Larsen 1995 ; Holliday 1997, 1999 ; Formicola et Giannecchini 1998 ; Brewster *et al.* 2014). Sur la base d'analyses morphométriques externes, une réduction des dimensions des couronnes dentaires a été mise en évidence et documentée tout au long de l'évolution des hominines (Brabant et Twiesselmann 1964 ; Bailit et Friedlaender 1966 ; Brace et Mahler 1971 ; Wolpoff 1971 ; Frayer 1978 ; Brace *et al.* 1987 ; Bermudez de Castro et Nicolas 1995). Si cette tendance est identifiée à l'échelle macroévolutive, une accélération de la réduction et de la simplification morphologique a été observée dans les populations humaines à partir de la fin du Pléistocène (*e.g.*, Brace et Mahler 1971 ; Frayer 1977, 1978 ; Calcagno 1986 ; Brace *et al.* 1987 ; y'Edynak 1989 ; Pinhasi *et al.* 2006 ; Pinhasi et Meiklejohn 2011). Entre autres facteurs, les techniques de cuisson (Brace 1963), la susceptibilité aux maladies parodontales (Calcagno 1986) ou encore la pression démographique (Macchiarelli et Bondioli 1986a) ont été proposés comme causes de ces modifications biologiques. Cependant, aucun des modèles de réduction dentaire proposés ne permet d'expliquer les variations locales et régionales observées.

L'étude de la structure interne des dents a montré qu'il existait une variabilité importante des paramètres tels que l'épaisseur de l'émail et les proportions des tissus dentaires chez les hominines (*e.g.*, Shellis *et al.* 1998 ; Kono *et al.* 2002 ; Kono 2004 ; Grine 2005 ; Smith *et al.* 2005, 2006a, b, 2012 ; Olejniczak 2006 ; Olejniczak *et al.* 2008a, b, c ; Mahoney 2010, 2013 ; Zanolli *et al.* 2010, 2012 ; Zanolli 2014 ; Skinner *et al.* 2015). Notamment, l'épaisseur de l'émail est un trait plastique, écosensible et sous contrôle génétique, qui peut évoluer rapidement et être sélectionné en réponse aux changements alimentaires, à l'usure occlusale ou à la cassure (Hlusko *et al.* 2004b ; Kelley et Swanson 2008 ; Pampush *et al.* 2013 ; Horvath *et al.* 2014 ; Kato *et al.* 2014 ; Zanolli 2015 ; Hlusko 2016). Bien que les variations de l'architecture interne des dents chez les hominines aient été considérées à une échelle macroévolutive (Smith *et al.* 2012 ; Skinner *et al.* 2015), les possibles facteurs de ces variations et les tendances microévolutives chez les Hommes modernes au cours de la fin du Pléistocène et de l'Holocène ne sont pas connus à l'heure actuelle.

Les modifications biologiques et culturelles de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène ont suscité un intérêt croissant ces dernières années, comme le montre la multiplication des

rencontres autour des changements dans ces sociétés et ces groupes humains, notamment en Europe occidentale (*e.g.*, Bruzek *et al.* 2003 ; Fagnard *et al.* 2008 ; Jaubert *et al.* 2013, 2014 ; Henry *et al.* 2014 ; Langlais *et al.* 2014). Les transitions, les ruptures et les continuités dans ces sociétés, vues à travers le spectre des données biologiques, des traditions techniques, des stratégies de subsistance ou encore des pratiques symboliques, sont autant de mutations économiques et sociétales qui ont jalonné la fin de la Préhistoire. Aussi, quel que soit le matériel archéologique étudié, la problématique majeure demeure la question de la continuité des populations humaines de ces périodes sur un même territoire (Holt 2003 ; Manen et Sabatier 2003 ; Marchand 2005, 2009, 2010 ; Bramanti *et al.* 2009 ; Pinhasi et von Cramon-Taubadel 2009 ; Rigaud 2011 ; Von Cramon-Taubadel 2011 ; Deguilloux *et al.* 2012 ; Brewster *et al.* 2014 ; Brandt *et al.* 2015 ; Marchand et Perrin 2015 ; Rigaud *et al.* 2015 ; Rivollat *et al.* 2015). Ainsi, afin d'évaluer la nature des changements biologiques qui se sont opérés en parallèle des modifications environnementales et culturelles, il est essentiel de considérer les populations des différents pôles (*i.e.*) la fin du Pléistocène et le début de l'Holocène) et de s'intéresser aux différents aspects de l'évolution dentaire. Si les structures externes et internes des dents ont généralement été évaluées séparément, coupler ces deux aspects afin d'étudier les couronnes dans leur intégralité apportera une meilleure compréhension de l'évolution dentaire et des facteurs responsables de leurs variations.

Dans le présent travail, une approche intégrée a été mise en œuvre en combinant différentes analyses métriques et morphologiques de la structure externe et de la structure interne, afin d'appréhender, à l'échelle régionale du Bassin aquitain et de ses marges, la variation et l'évolution de l'architecture des dents humaines de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène (19000 – 5500 cal. BP), incluant des spécimens datés de la fin du Paléolithique (Magdalénien moyen et supérieur, Azilien, Laborien), du Mésolithique (Premier et Second Mésolithique) et du début du Néolithique (Néolithique ancien et moyen).

Les objectifs de ce travail de thèse ont été :

- (1) de documenter la variation morphométrique des dents humaines à la fin du Paléolithique, au Mésolithique et au début du Néolithique pour le Bassin aquitain et ses marges ;
- (2) de caractériser les changements de l'architecture dentaire au cours de ces périodes à partir d'une approche intégrée ;
- (3) d'interpréter les éventuelles tendances évolutives en lien avec les modifications environnementales, culturelles, démographiques et populationnelles de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène.

Dans la première partie du manuscrit, à la suite de quelques notions préliminaires propres à la recherche en paléoanthropologie dentaire, les facteurs de la variation et de l'évolution des dents humaines sont présentés pour les aspects développementaux, fonctionnels et phylogénétiques. À partir d'une revue bibliographique, un état des connaissances sur la réduction dentaire et ses mécanismes est proposé dans la seconde partie du manuscrit. La troisième partie rapporte, quant à elle, la démarche pour la constitution et la sélection de l'échantillon daté de la fin du Paléolithique supérieur, du Mésolithique et du début du Néolithique. Les méthodes employées pour l'analyse morphologique et métrique des structures externes et internes des couronnes dentaires sont ensuite précisées dans la quatrième partie. Les résultats de ce travail de recherche sont présentés dans la cinquième partie du manuscrit. La variabilité et l'évolution de la structure externe et de la structure interne des dents sont détaillées pour chacune des périodes considérées, puis les tendances évolutives identifiées sont présentées. Enfin, dans une sixième partie, les résultats sont discutés en fonction des données environnementales, culturelles, démographiques et populationnelles des périodes considérées.

1. Les facteurs de la variation et de l'évolution des dents humaines

1. Les facteurs de la variation et de l'évolution des dents humaines

Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. Dobzhansky (1973).

Les progrès récents en biologie du développement, en génétique quantitative et en anatomie comparée à des échelles méso- et microstructurales ont montré qu'une quantité importante d'informations était conservée au sein des tissus dentaires (*e.g.*, Dean 2006 ; Macchiarelli *et al.* 2006, 2008, 2013 ; Guatelli-Steinberg *et al.* 2007 ; Schwartz et Dean 2008 ; Skinner 2008 ; Smith *et al.* 2008, 2012, 2015 ; Smith et Tafforeau 2008 ; Guatelli-Steinberg 2009 ; Bondioli *et al.* 2010 ; Braga *et al.* 2010 ; Kupczik et Hublin 2010 ; Bailey *et al.* 2011 ; Pampush *et al.* 2013 ; Smith 2013 ; Crevecoeur *et al.* 2014 ; Dean et Cole 2014 ; Horvath *et al.* 2014 ; Skinner *et al.* 2015 ; Hlusko 2016). Un accès non invasif à ces informations conservées au sein des couronnes et des racines dentaires est seulement possible en utilisant des techniques avancées d'histologie et d'imagerie virtuelle à haute résolution (*e.g.*, Dean *et al.* 2001 ; Macchiarelli *et al.* 2006 ; Bayle *et al.* 2010 ; Skinner *et al.* 2010 ; Tafforeau *et al.* 2012 ; Bayle et Dean 2013 ; Le Cabec *et al.* 2013, 2015 ; Zanolli *et al.* 2014). Depuis une vingtaine d'années, un nombre croissant de chercheurs a utilisé la microtomographie (μ CT) à rayons X pour explorer et mesurer la structure interne des dents en deux (2D) et trois dimensions (3D), afin de caractériser la variation et l'évolution de l'architecture dentaire chez les hominines fossiles et actuels (revue dans Macchiarelli *et al.* 2013). Plus particulièrement, l'épaisseur de l'émail et les proportions des tissus dentaires ont été d'un intérêt considérable pour évaluer les différences de développement (**SECTION 1.2**), les types de régimes alimentaires, la fonction des dents et les contraintes biomécaniques de la mastication (**SECTION 1.3**), ou encore les relations taxinomiques et phylogénétiques (**SECTION 1.4**) chez les primates actuels et fossiles (*e.g.*, Molnar et Gantt 1977 ; Martin 1985 ; Beynon et Wood 1986 ; Shellis *et al.* 1998 ; Schwartz 2000a, b ; Hlusko *et al.* 2004b ; Kono 2004 ; Grine 2005 ; Macchiarelli *et al.* 2006 ; Smith *et al.* 2006a, b, 2007a, b, 2008, 2010, 2012, 2015 ; Bayle 2008a, b ; Kono et Suwa 2008 ; Lucas *et al.* 2008a, b ; Olejniczak *et al.* 2008a, b, c ; Bayle *et al.* 2009a, b, 2010 ; Suwa *et al.* 2009 ; Crevecoeur *et al.* 2010 ; Mahoney 2010, 2013, 2015 ; Zanolli *et al.* 2010, 2012, 2015a, b ; Benazzi *et al.* 2011c ; Fornai *et al.* 2014 ; Skinner *et al.* 2015). Ainsi, la paléoanthropologie dentaire virtuelle est un domaine d'investigation très riche qui a déjà révélé son potentiel comme outil performant et précis, permettant d'ajouter des éléments originaux significatifs aux méthodes traditionnelles (Macchiarelli *et al.* 2008).

1.1. Notions préliminaires

Les dents constituent le matériel d'étude privilégié en anthropologie biologique et en paléontologie. Leur anatomie et leur constitution minéralogique les rendent très résistantes, favorisant leur conservation dans les sites archéologiques et les dépôts géologiques. De plus, les dents sont le seul élément du squelette humain qu'il est possible de voir à l'œil nu directement chez les êtres vivants.

Cette première section, élaborée essentiellement à partir des ouvrages de S. Hillson (1996, 2005), A. Lautrou (1997), T. White et P. Folkens (2005) et de P. Ungar (2014), a pour but d'énoncer quelques termes spécifiques à la recherche en paléoanthropologie dentaire et de préciser les appellations utilisées dans le présent travail.

1.1.1. Terminologie

La dentition est le processus de croissance et de maturation du système dentaire. La denture est le terme réservé pour désigner l'ensemble des dents présentes (nombre, classe et disposition) dans la cavité buccale d'un être vivant. La dentition est le phénomène qui conduit à l'établissement de la denture.

La dentition humaine est diphyodonte, *i.e.* que deux générations de dents se succèdent : la dentition déciduale (aussi appelée lactéale, temporaire, ou encore de lait) est remplacée par la dentition permanente (ou définitive). Les dents sont implantées sur les arcades dentaires : l'os maxillaire (arcade supérieure) et la mandibule (arcade inférieure). La moitié d'une arcade est un quadrant (parfois appelé hémiarcade). Les dents humaines sont différenciées en plusieurs classes dentaires (dentition hétérodonte) et spécialisées en incisives, canines, prémolaires et molaires (**FIGURE 1.1**). Les incisives se situent dans la partie médiane des arcades dentaires et servent à couper les aliments. Les canines déchirent et arrachent la nourriture. Ces deux classes constituent les dents antérieures. Les prémolaires et les molaires, dont la fonction est de broyer et mâcher les aliments, sont les dents postérieures.

Chez l'Homme, il y a trois dentures : déciduale, mixte et permanente. La denture déciduale est composée de 20 dents : sur chaque quadrant, il y a deux incisives (di), une canine (dc) et deux molaires déciduales (dm)² (**FIGURE 1.1**). La denture mixte possède simultanément des dents déciduales et des dents permanentes. Enfin, la denture permanente est constituée de 32

² Il y a une incohérence terminologique ici, trouvant son origine dans les termes généralement adoptés en dentisterie et qui ne font pas référence à la paléontologie. Les première et deuxième molaires déciduales humaines sont en fait équivalentes aux troisième et quatrième prémolaires déciduales des autres mammifères (Hillson 2005 : 12 et 44). En effet, il n'y a pas de molaires déciduales chez les mammifères, dont les formules dentaires sont les suivantes : $di^{\frac{3}{3}}, dc^{\frac{1}{1}}, dp^{\frac{4}{4}} \rightarrow I^{\frac{3}{3}}, C^{\frac{1}{1}}, P^{\frac{4}{4}}, M^{\frac{3}{3}}$. L'abréviation paléontologique dp est donc équivalente à l'abréviation anthropologique dm.

dents permanentes, avec deux incisives (I), une canine (C), deux prémolaires (P)³ et trois molaires (M) par quadrant (**FIGURE 1.1**). Les formules dentaires correspondantes sont, pour les dents déciduales : $di\frac{2}{2}, dc\frac{1}{1}, dm\frac{2}{2}$; et pour les dents permanentes : $I\frac{2}{2}, C\frac{1}{1}, P\frac{2}{2}, M\frac{3}{3}$.

Les dents symétriques, positionnées sur les deux quadrants d'une même arcade, sont appelées antimères (*e.g.*, C droite et C gauche). Le terme isomère correspond à un même élément dentaire situé sur des arcades opposées (*e.g.*, C supérieure et C inférieure).

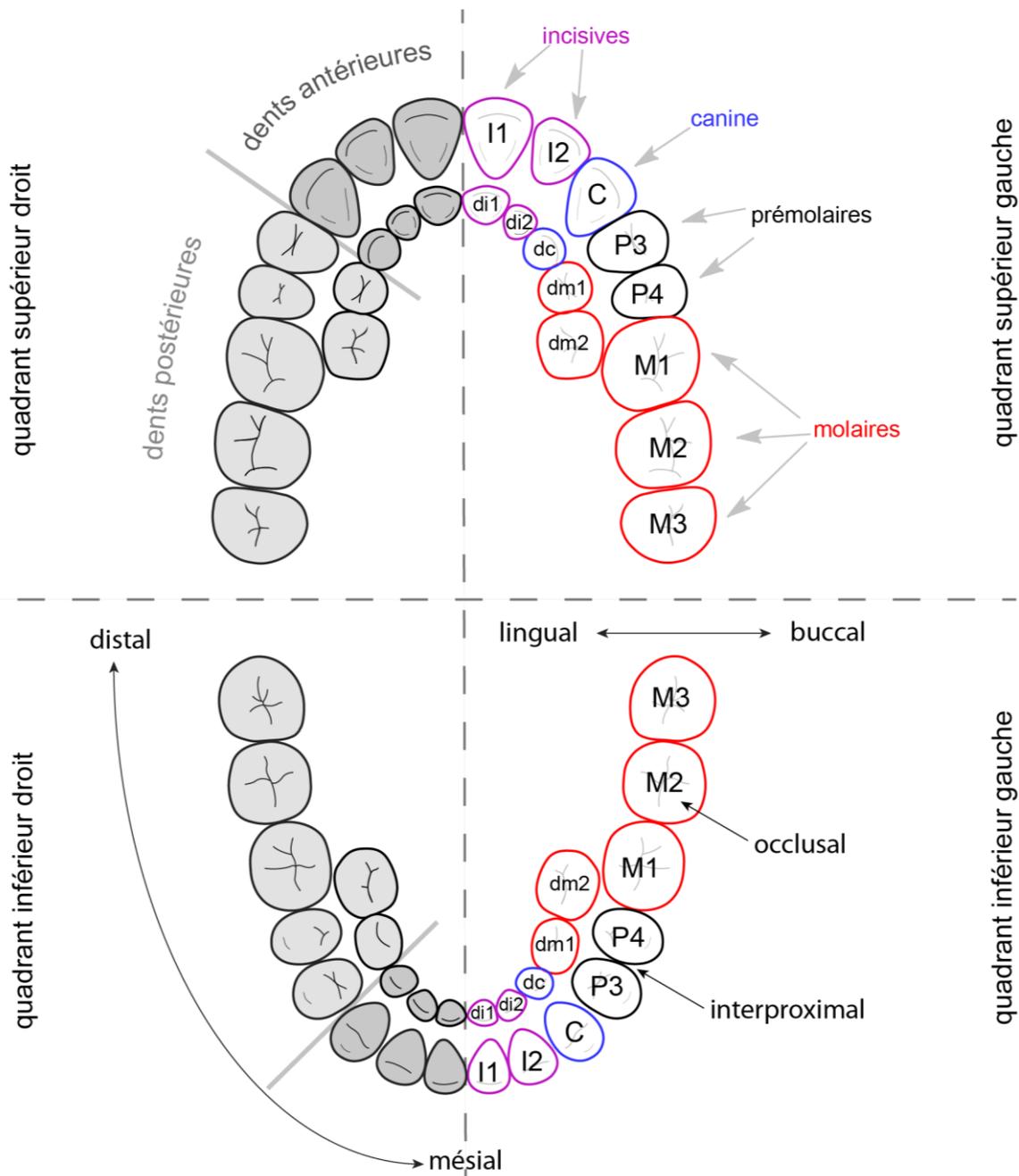


Figure 1.1. Dentures humaines déciduale (cercle interne) et permanente (cercle externe) synthétisant les différents termes utilisés en anthropologie dentaire.

³ En dentisterie, les troisième et quatrième prémolaires permanentes (P3 et P4) sont appelées première et deuxième prémolaires permanentes (P1 et P2), respectivement.

Les dents sont orientables selon six faces (**FIGURE 1.1**) : la face linguale est la partie de la dent au contact avec la langue. À l'opposé, le côté de la dent se trouvant au contact des joues est nommé la face buccale⁴. La partie mésiale de la dent est la plus proche du point de contact entre les deux incisives centrales. À l'inverse, la face distale en est la plus éloignée. La face occlusale est la portion fonctionnelle de la dent, *i.e.* la surface qui entre en contact avec les aliments et les dents opposées lors de la mastication⁵. La partie apicale de la dent situe la racine (apex). Aussi, le terme interproximal est utilisé pour définir les zones de contacts (mésial ou distal) entre les dents adjacentes.

1.1.2. Nomenclature

Plusieurs types de nomenclature existent pour identifier individuellement une dent, généralement en suivant le même ordre des quadrants que celui illustré dans la **FIGURE 1.1**.

La nomenclature dentaire universelle (Universal Numbering System) est principalement utilisée aux États-Unis. Un numéro allant de 1 à 32 est attribué pour chacune des dents permanentes en partant de la troisième molaire supérieure droite (**FIGURE 1.2**). Pour les dents déciduales, les lettres allant de A à T sont utilisées, en partant, selon le même principe, de la deuxième molaire supérieure droite.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
T	S	R	Q	P	O	N	M	L	K

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17

Figure 1.2. Numérotation selon la nomenclature dentaire universelle pour la denture déciduale (en haut) et pour la denture permanente (en bas).

Selon la nomenclature dite de Zsigmondy et Palmer, la numérotation de la dent (allant de 1 à 8 de l'incisive à la dernière molaire) est complétée par un symbole identifiant le quadrant auquel la dent appartient (**FIGURE 1.3**). Les dents déciduales sont notées de A à E, lettre complétée par le même symbole selon le même principe.

⁴ Le terme « vestibulaire » est également utilisé pour décrire la face buccale. Parfois, les termes « labial » et « jugal » sont employés dans la littérature, pour distinguer, respectivement, les incisives et les canines, et les prémolaires et les molaires.

⁵ Occlusal est parfois utilisé uniquement pour les dents postérieures ; incisif est alors employé pour le bord tranchant des incisives.

E	D	C	B	A	A	B	C	D	E
E	D	C	B	A	A	B	C	D	E

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Figure 1.3. Numérotation selon la nomenclature de Zsigmondy et Palmer pour la denture déciduale (en haut) et pour la denture permanente (en bas).

Avec la nomenclature de la Fédération Dentaire Internationale (FDI), un numéro à deux chiffres est attribué à chaque dent : le premier pour le quadrant (1 à 4 pour la denture permanente, 5 à 8 pour la denture déciduale), le second pour la position de la dent au sein du quadrant (de 1 pour la première incisive à 8 pour la dernière molaire) (**FIGURE 1.4**).

55	54	53	52	51	61	62	63	64	65
85	84	83	82	81	71	72	73	74	75

18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38

Figure 1.4. Numérotation selon la nomenclature de la Fédération Dentaire Internationale pour la denture déciduale (en haut) et pour la denture permanente (en bas).

La nomenclature dentaire en anthropologie biologique et en paléontologie désigne les dents par l'initiale de leur nom, avec une lettre majuscule pour les dents permanentes ou une lettre minuscule pour les dents déciduales, suivies du numéro de position de la dent. Ce numéro est indiqué en exposant pour l'arcade supérieure ou en indice pour désigner l'arcade inférieure.

Dans ce travail, cette nomenclature a été utilisée, modifiée et complétée par la terminologie anglo-saxonne, permettant une compréhension immédiate et sans ambiguïté. Chaque dent est identifiée par une succession de lettres et un chiffre formant les quatre composantes listées dans le **TABLEAU 1.1** :

Tableau 1.1. Présentation de la nomenclature dentaire utilisée.

arcade	latéralisation	classe de dent	position
U/L	R/L	I/C/P/M/di/dc/dm	1/2/3/4

Les arcades dentaires sont désignées par la lettre U (*upper*) pour le maxillaire et L (*lower*) pour la mandibule (**FIGURE 1.5**). La latéralisation de la dent est donnée par les lettres R (*right*) et L (*left*), pour droite et gauche respectivement. Les différentes classes de dents sont indiquées par les lettres capitales I, C, P et M correspondant aux incisives, canines, prémolaires et molaires permanentes. Les lettres minuscules di, dc, dm identifient quant à elles les incisives, les canines et les molaires déciduales. Enfin, la position des dents au sein des arcades est indiquée par un chiffre, le numéro 1 correspondant à la dent la plus mésiale de chaque classe dentaire : 1 et 2 pour les incisives ; 3 et 4 pour les prémolaires ; et 1, 2 et 3 pour les molaires (**FIGURE 1.5**).

			URdm2	URdm1	URdc	URdi2	URdi1	ULdi1	ULdi2	ULdc	ULdm1	ULdm2			
			LRdm2	LRdm1	LRdc	LRdi2	LRdi1	LLdi1	LLdi2	LLdc	LLdm1	LLdm2			
URM3	URM2	URM1	URP4	URP3	URC	URI2	URI1	ULI1	ULI2	ULC	ULP3	ULP4	ULM1	ULM2	ULM3
LRM3	LRM2	LRM1	LRP4	LRP3	LRC	LRI2	LRI1	LLI1	LLI2	LLC	LLP3	LLP4	LLM1	LLM2	LLM3

Figure 1.5. Numérotation selon la nomenclature adoptée dans cette étude pour la denture déciduale (en haut) et pour la denture permanente (en bas).

L'ANNEXE 1 synthétise les différentes nomenclatures en présentant leurs équivalences pour la denture déciduale et la denture permanente, respectivement.

1.1.3. Morphologie

Pour décrire la morphologie des couronnes dentaires, différents termes distinguant les éminences et les dépressions coronaires sont utilisés (**FIGURE 1.6**). Les éminences coronaires sont de trois types : les cuspidés sont des élévations sur la face occlusale des dents ; les tubercules correspondent également à des élévations coronaires, mais ils se situent sur les faces dentaires autres que la face occlusale ; les crêtes sont définies comme des éminences allongées à la surface des dents. Les dépressions coronaires sont caractérisées selon trois types : les sillons sont des dépressions longitudinales à la surface des dents ; les fosses correspondent aux dépressions sur la face occlusale des dents ; alors que les fossettes sont des dépressions sur les faces buccales et linguales des dents.

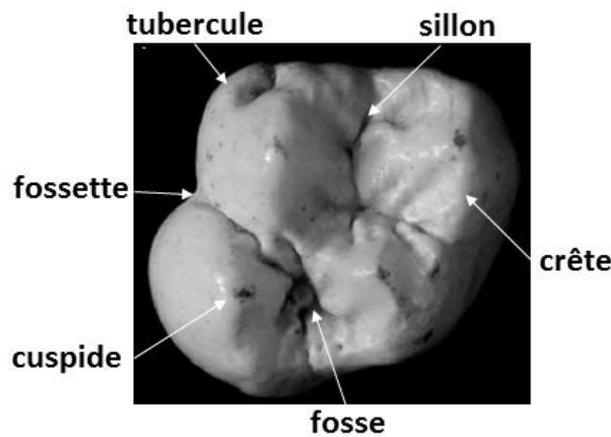


Figure 1.6. Termes utilisés pour décrire les éminences et les dépressions coronaires. Photo : ULM1 dans Bailey (2002).

Les cuspides peuvent être nommées en fonction de leur localisation, selon la terminologie de positionnement (*e.g.*, cuspidé mésiolinguale). Le système anthropologique, quant à lui, donne un numéro aux cuspides. Dans ce travail, c'est le système tribosphénique, utilisé en paléontologie et développé par H.F. Osborne (1907) pour déterminer les cuspides présentes chez les mammifères, qui a été choisi. Cette nomenclature se caractérise par la terminaison en -cône pour les cuspides des dents supérieures, et en -conide pour les cuspides des dents inférieures. La FIGURE 1.7 ci-dessous récapitule les trois systèmes de nomenclature.

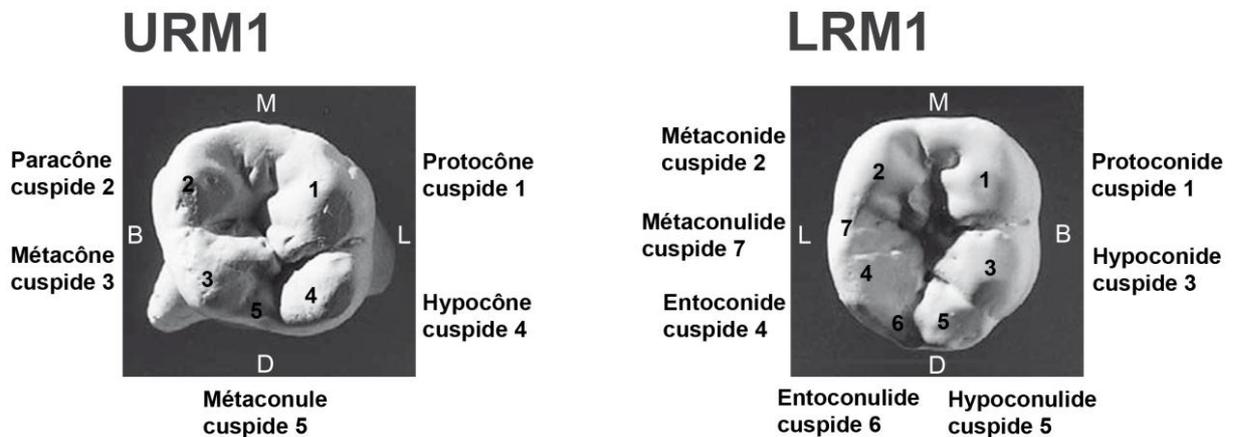


Figure 1.7. Équivalence des noms attribués aux cuspides des molaires supérieures et inférieures selon les différents systèmes (M = mésial, B = buccal, D = distal, L = lingual). Photos : White et Folkens (2005).

1.1.4. Structure des tissus dentaires

Les dents humaines sont scindées en deux parties (FIGURE 1.8) : une couronne et une racine, séparées anatomiquement par un collet (aussi appelée ligne cervicale). La couronne est la zone visible de la dent, les racines sont implantées dans les alvéoles dentaires sur le maxillaire

et la mandibule, et reliées aux deux arcades par des ligaments périodontaux. Les dents sont composées de trois tissus calcifiés : l'émail, la dentine et le ciment, qui entourent, du vivant de l'individu, la cavité pulpaire remplie d'un tissu conjonctif mou spécialisé : la pulpe. La majeure partie de la dent est composée de dentine, recouverte par l'émail au niveau de la couronne, et par une fine couche de ciment au niveau de l'apex de la racine.

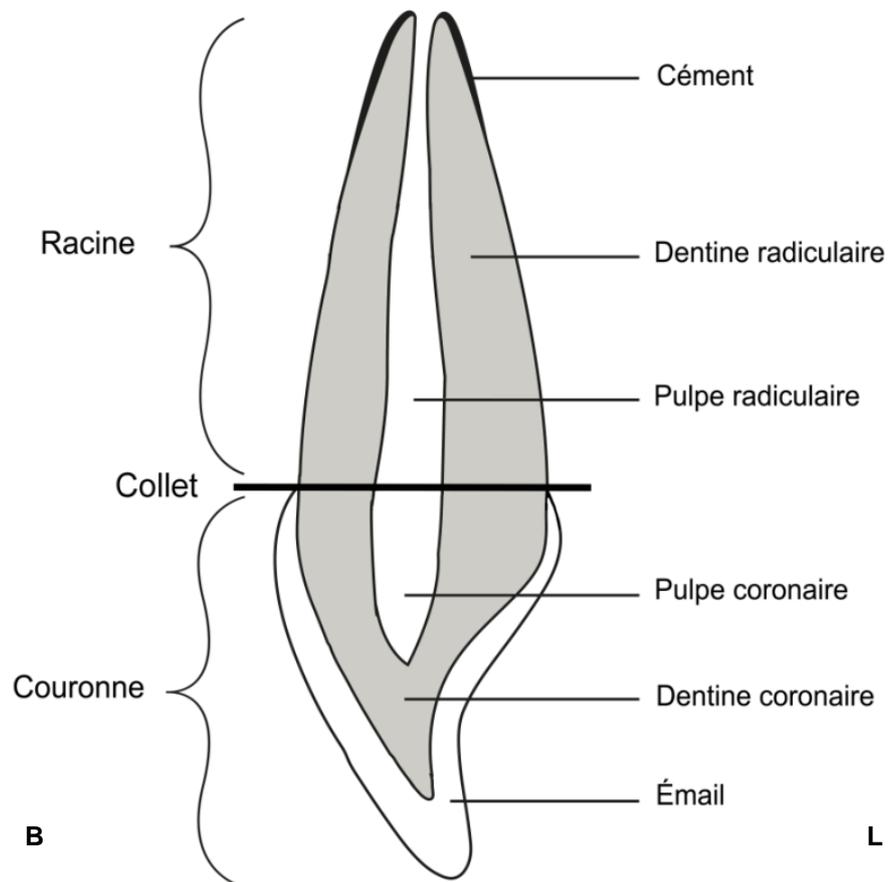


Figure 1.8. Les différents tissus dentaires constituant une dent, représentés sur une UI1 en coupe sagittale (B = buccal, L = lingual).

L'émail est le tissu le plus dur et le plus minéralisé du corps humain. Il est presque entièrement inorganique, contenant plus de 96 % de matière minérale, moins de 1 % de matière organique, le reste étant de l'eau. La composition chimique de sa matière inorganique est proche de celle de l'hydroxyapatite, et sa trame organique est essentiellement composée de kératine. D'origine ectodermique (épithéliale), l'émail est formé par des cellules appelées améloblastes. La matrice d'émail est composée de cristaux d'émail qui sont organisés en prismes de diamètre micrométrique. L'amélogénèse est initiée au niveau de la jonction émail-dentine et se poursuit vers la surface de la couronne. L'émail est acellulaire (*i.e.* dépourvu de cellule vivante) et ne subit donc pas de remodelage au cours du temps.

La dentine est un tissu composite minéral et organique constitué d'environ 72 % de matière inorganique, 20 % de matière organique et 8 % d'eau. La matière inorganique est composée en majorité d'apatites, dont les cristaux sont plus petits que ceux de l'émail (diamètre nanométrique). Le collagène est la structure dominante de la fraction organique, rendant la dentine moins dure que l'émail. D'origine mésodermique (mésenchyme), les cellules responsables de la formation de la dentine sont les odontoblastes, qui sécrètent la pré-dentine et minéralisent ce précurseur pour former la dentine. Contrairement à l'émail, la dentine est un tissu vivant qui se remodèle au cours du temps. Les odontoblastes peuvent en effet produire des tissus tout au long de la vie de l'individu. La sécrétion d'une dentine secondaire, généralement en réponse à la progression de l'usure, est principalement localisée au niveau des cornes de la pulpe et du plancher de la cavité pulpaire, et conduit à la réduction de cette dernière. À la suite d'une irritation pulpaire importante, une dentine tertiaire dite réactionnelle peut également être sécrétée au niveau de l'irritation.

Le cément est un tissu de protection, recouvrant la dentine au niveau de la racine et dont la dureté est moins importante que celle de la dentine. Sa composition chimique est proche de celle de l'os, avec 70 % de matière inorganique et 22 % de matière organique dont la trame est essentiellement collagénique. Le cément, tissu d'origine mésodermique, est formé par les cémentoblastes. Comme pour la dentine, l'apposition de cément se poursuit tout au long de la vie de l'individu. Bien que dépourvu de vascularisation et d'innervation, le cément possède une plasticité importante qui lui permet d'adapter sa structure, notamment pour maintenir les relations occlusales, pour protéger la pulpe, ou encore pour reconstituer la racine suite à sa résorption. L'épaisseur du cément est très variable selon sa localisation sur la dent, et sa composition varie également entre les différentes couches et les différentes parties de la dent. L'hypercémentose correspond à une surproduction anormale de cément qui modifie l'anatomie radiculaire, en particulier au niveau de l'apex.

La pulpe, tissu conjonctif mou spécialisé, est composée de nerfs, de vaisseaux sanguins et lymphatiques qui acheminent les éléments nourriciers vers l'organe par l'intermédiaire de l'apex radiculaire.

1.2. Odontogenèse

Étant donné que le développement dentaire débute avant la naissance et se poursuit tout au long de l'adolescence, l'évaluation des caractéristiques incrémentales des dents permet une reconstruction précise de l'histoire du développement d'un individu (revue dans Schwartz et Dean 2000). Dans ce contexte, la microstructure dentaire permet d'évaluer des paramètres allant des conditions de la naissance, aux interactions interindividuelles (incluant des aspects

de la reproduction tels que la fertilité et la maternité) et entre individus et environnements (régime alimentaire, évènement de stress subi pendant le développement), jusqu'à l'enregistrement de la mort de l'individu (Dean et Elamin 2014 ; Dean *et al.* 2014).

Cette section présente les différentes étapes du développement des dents humaines, ainsi que l'impact des facteurs génétiques, épigénétiques et environnementaux sur l'odontogénèse.

1.2.1. Développement dentaire

Le développement dentaire est un processus continu qui s'étend de la période embryonnaire au début de la vie adulte (Scheuer et Black 2000). C'est un phénomène dynamique durant lequel vont se succéder des phases d'activité et d'inactivité. Chez l'Homme, les dents déciduales commencent leur calcification *in utero*, entre le 3^e et le 4^e mois de la vie fœtale (Lautrou 1997). À l'exception de la première molaire, les dents permanentes commencent à se minéraliser après la naissance, lors de la première année de vie de l'individu (Scheuer et Black 2000). Après une phase de croissance simultanée des dentitions déciduales et permanentes, les dents déciduales terminent leur édification radiculaire peu avant l'âge de quatre ans (Liversidge et Molleson 2004). Les dents permanentes, quant à elles, achèvent généralement la formation des racines (rhizogénèse) entre 9 et 25 ans (Lautrou 1997).

1.2.1.1. Histogénèse

Histologiquement, l'odontogénèse débute lors de la période prénatale, pendant les stades initiaux du développement crâniofacial (Ruch 2001). Elle peut être subdivisée en trois phases : initiation, morphogénèse et différenciation, elles-mêmes composées d'une succession de divers stades : respectivement, lame dentaire ; bourgeon, capuchon et cloche dentaires; différenciation des odontoblastes, des améloblastes et des cémentoblastes, rhizogénèse.

Les dents se forment à la jonction entre l'ectoderme (épithélium oral) et le mésoderme (mésenchyme). Les différents tissus dentaires ont ainsi deux origines embryologiques, l'émail étant le seul d'origine épithéliale. Lors de la phase d'initiation, l'épithélium oral s'épaissit au niveau des régions spécifiques des futurs arcs maxillaire et mandibulaire, puis s'invagine dans le mésenchyme sous-jacent pour former des lames dentaires dans chaque arc (**FIGURE 1.9A**). Chaque lame produit une série d'épaississements épithéliaux plus conséquents et localisés, entourant les cellules mésenchymateuses, formant le bourgeon dentaire (**FIGURE 1.9B**) (Schwartz et Dean 2000). Les cellules épithéliales et mésenchymateuses prolifèrent par division et se condensent en un capuchon dentaire (**FIGURE 1.9C**). Ce dernier est caractérisé par une concavité du massif épithélial enveloppant partiellement le mésenchyme sous-jacent qui constituera la future pulpe dentaire (Ruch 2001). À partir du stade capuchon, les cellules

épithéliales s'allongent et se transforment progressivement en organe de l'émail. Ce dernier est délimité par une couche cellulaire palissadique continue : l'épithélium dentaire externe au contact du mésenchyme périodentaire et en périphérie du capuchon, et l'épithélium dentaire

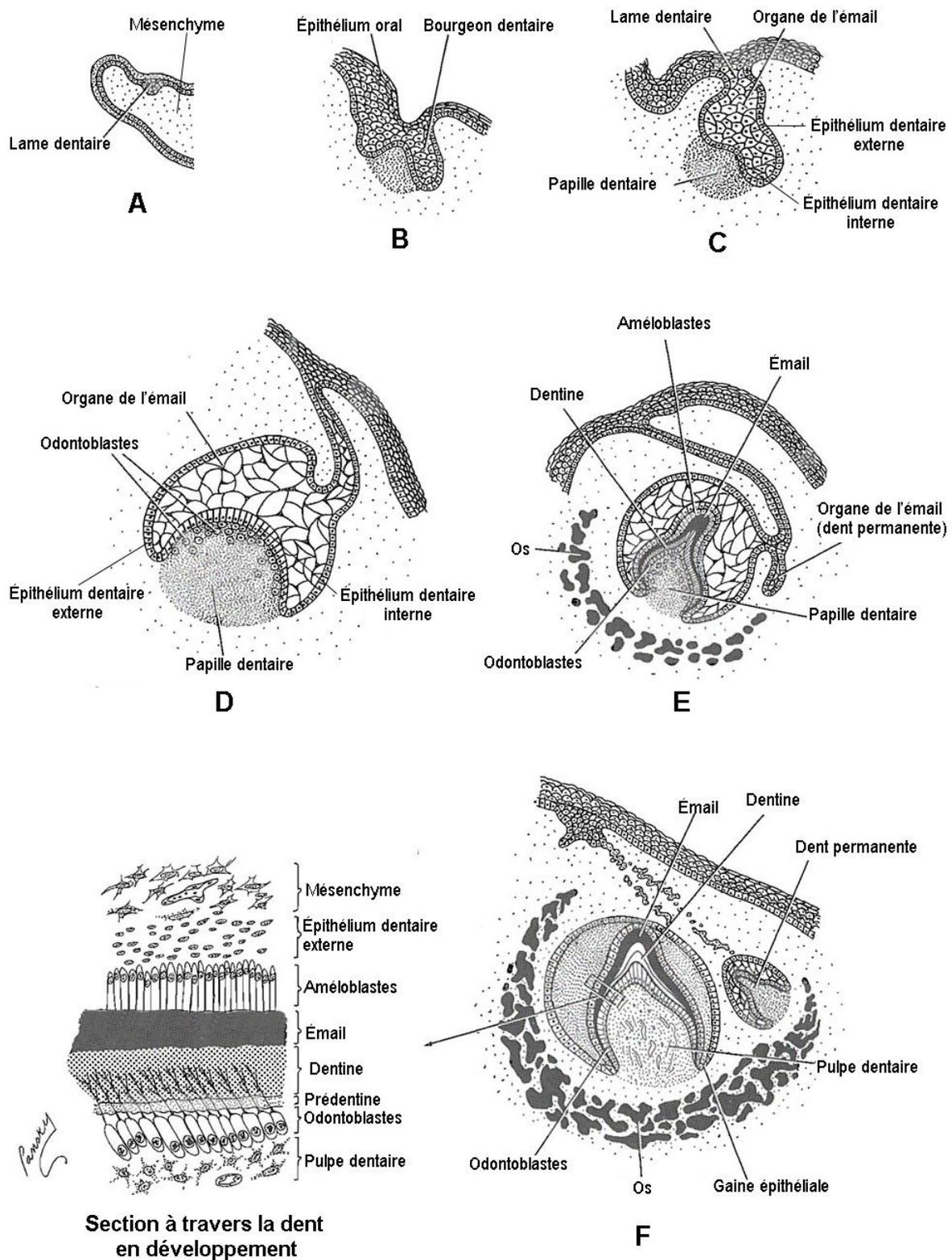


Figure 1.9. Les stades de développement dentaire. A = phase d'initiation ; B à E = phases de morphogénèse avec B = bourgeon ; C = capuchon ; D = cloche ; E = cloche à un stade avancé ; et F = phase de différenciation . Modifié d'après Pansky (1982).

interne au contact de la future pulpe dentaire. Le massif épithélial est alors séparé des cellules mésenchymateuses de la papille dentaire sous-jacente par une membrane basale, qui correspond à la future jonction émail-dentine (Schwartz et Dean 2000). Lors de l'amplification des processus de croissance et d'histogenèse, chaque capuchon se transforme en cloche dentaire (**FIGURE 1.9D**). À un stade plus avancé de la cloche, la différenciation cellulaire s'effectue au niveau de la membrane basale. D'abord, les cellules mésenchymateuses de la papille dentaire se différencient en odontoblastes (**FIGURE 1.9E**), puis sous l'influence de la sécrétion de prédentine par les odontoblastes, les cellules de l'épithélium dentaire se différencient en améloblastes. L'émail et la dentine, formés respectivement par les améloblastes et les odontoblastes, sont produits dans des directions opposées à partir de la jonction entre ces deux tissus (Schwartz et Dean 2000 ; Dean 2006). Les prismes d'émail sont produits en direction de la future surface occlusale de la dent (**FIGURE 1.9F**), tandis que les tubules de dentine sont formés depuis la jonction émail-dentine jusqu'aux limites de la future cavité pulpaire (Schwartz et Dean 2000). La rhizogenèse prend place après la formation de la couronne. La zone de jonction entre l'épithélium dentaire interne et l'épithélium dentaire externe s'étire pour former la gaine épithéliale de Hertwig (**FIGURE 1.10**), à l'origine de l'initiation de la formation des racines dentaires. À la surface interne de cette gaine, les cellules mésenchymateuses se différencient en odontoblastes.

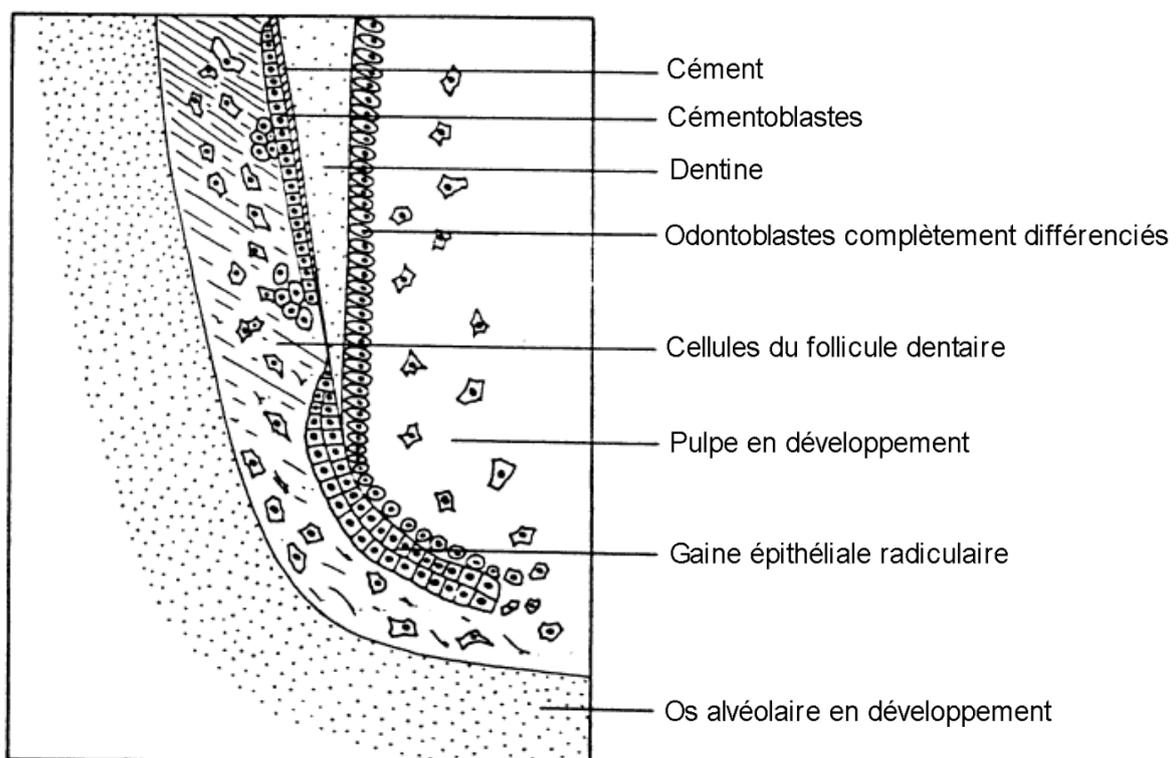


Figure 1.10. Formation de la gaine épithéliale de Hertwig et prolifération des tissus qui l'entourent. Modifié d'après Schwartz et Dean (2000).

Les cellules du follicule dentaire se différencient, quant à elles, en cémentoblastes, et migrent vers la partie apicale de la gaine épithéliale. Au contact avec la dentine radiculaire, les cémentoblastes commencent à sécréter du ciment. Au niveau de la jonction ciment-émail, les cellules du follicule dentaire forment les fibres du ligament parodontal, tissu assurant la stabilité de la dent dans l'os alvéolaire au cours de l'éruption.

1.2.1.2. Croissance incrémentielle et microstructure dentaire

L'émail, la dentine et le ciment ont une croissance incrémentielle (Schwartz et Dean 2000), enregistrée et préservée au niveau microstructural dans les tissus dentaires (Schwartz et Dean 2000 ; Dean 2006). Le rythme et la durée de sécrétion des tissus sont visibles sous forme de lignes ou de stries dans les microstructures de l'émail et de la dentine. La mesure et le décompte de ces incréments, observables sur des sections physiques grâce à la microscopie – confocale, à lumière polarisée ou électronique à balayage – ou plus récemment de manière non invasive, à l'aide de la microtomographie par rayonnement synchrotron avec contraste de phase (*e.g.*, Tafforeau et Smith 2008 ; Dean et Elamin 2014 ; Le Cabec *et al.* 2015 ; Smith *et al.* 2015 ; Zanolli *et al.* 2016), fournissent une échelle de temps permettant de reconstruire les traits d'histoire de vie, incluant la naissance, les évènements de stress et la mort de l'individu (Dean 2006 ; Dean et Cole 2014). L'analyse des incréments a rendu possible l'évaluation des différences ontogénétiques chez des fossiles d'hominoïdes, avec notamment la détermination du début de minéralisation et de la durée de formation des couronnes et des racines dentaires chez les Néandertaliens et les Hommes modernes (Dean *et al.* 2001, 2014 ; Macchiarelli *et al.* 2006 ; Guatelli-Steinberg *et al.* 2007, 2012 ; Smith *et al.* 2007a, 2010, 2015 ; Guatelli-Steinberg 2009 ; Dean 2010 ; Dean et Elamin 2014 ; Le Cabec *et al.* 2015 ; Mahoney 2015 ; Zanolli *et al.* 2016).

Initialement décrites par Retzius (1837), Owen (1840, 1845), Andresen (1898) et von Ebner (1902) (cités par Schwartz et Dean 2000), ces microstructures de l'émail et de la dentine présentent des périodicités équivalentes, classées, en fonction du rythme de répétition de leurs intervalles, en incréments à périodicité courte (circadienne) ou à périodicité plus longue (Schwartz et Dean 2000).

Les incréments circadiens de l'émail sont appelés les striations transversales. Ces lignes, perpendiculaires à l'axe des prismes d'émail, représentent un cycle de 24 heures de l'activité des améloblastes (Schwartz et Dean 2000). Ainsi, la distance entre deux striations transversales adjacentes correspond au taux journalier de sécrétion de l'émail. Les stries de Retzius (**FIGURE 1.11**) sont des incréments de l'émail à périodicité plus longue, représentant la position du front de formation de la matrice à différents points successifs (Schwartz et

Dean 2000). Deux régions peuvent être distinguées pour ces microstructures de l'émail (**FIGURE 1.11**) : une zone appositionnelle dans laquelle les stries de Retzius n'atteignent pas la surface de l'émail, et une zone imbricationnelle dans laquelle ces stries se manifestent à la surface externe de la couronne sous forme de périkymaties (Risnes 1985 ; Dean 1987). Le nombre de striations transversales entre deux stries de Retzius varie entre six et dix jours chez l'Homme, mais est généralement de sept (Risnes 1985 ; Dean 1987).

Les incréments circadiens de la dentine sont les lignes de von Ebner. Temporellement équivalentes aux striations transversales, ces lignes représentent un cycle de 24 heures de sécrétion de dentine. Les incréments présentant une périodicité plus longue sont les lignes d'Andresen (Schwartz et Dean 2000). Elles représentent les positions successives du front de formation de la dentine, et correspondent aux bandes périradiculaires de la surface de la racine. Les lignes d'Andresen sont temporellement équivalentes aux stries de Retzius de l'émail et présentent une périodicité allant généralement de sept à neuf jours (Dean 2007).

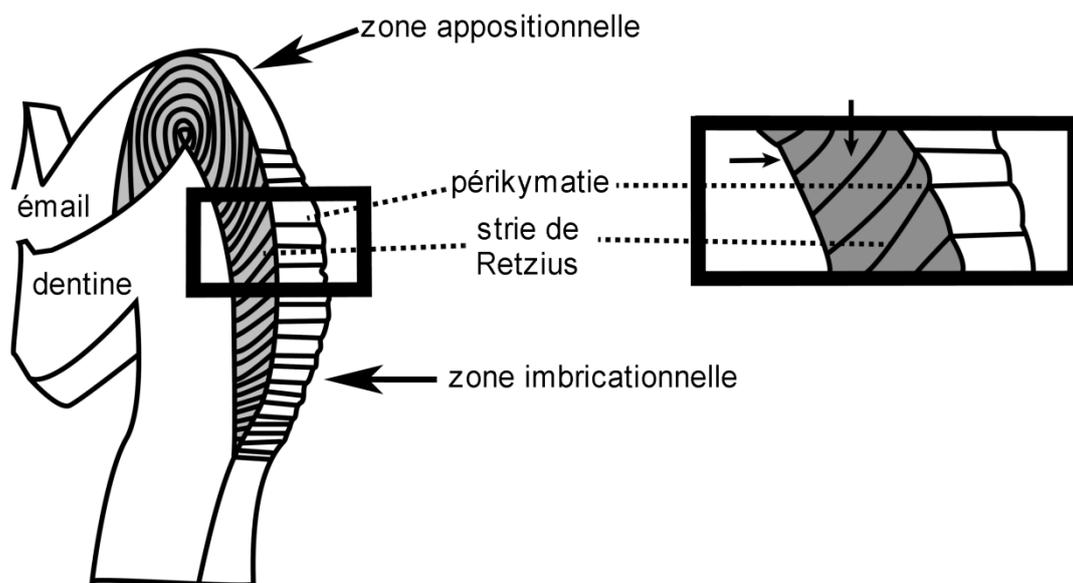


Figure 1.11. Différents types de microstructures de l'émail. Dans l'encadré à droite, la flèche horizontale montre la direction de formation des prismes d'émail, et la flèche verticale indique l'orientation des striations transversales. Modifié d'après Guatelli-Steinberg (2009).

Des perturbations telles que les marqueurs de stress non spécifiques liés, entre autres, aux effets de la malnutrition ou des infections, peuvent affecter le développement normal des tissus dentaires. Par exemple, un ralentissement de sécrétion cellulaire lors de l'amélogénèse provoque des déficits de l'épaisseur de l'émail : les hypoplasies. Ces dernières se matérialisent aussi à la surface de l'émail sous la forme de puits, de sillons ou de bandes linéaires (Hillson et Bond 1997).

1.2.2. Impacts génétiques et environnementaux

Les facteurs génétiques, épigénétiques et environnementaux jouent un rôle significatif sur l'odontogenèse, et donnent lieu à une large gamme de variations de forme et de fonction observée au sein et entre les dentures chez l'Homme moderne (voir les revues de Townsend *et al.* 2012 et Hughes et Townsend 2013). Les variations de développement dentaire, notamment, permettent de révéler la modulation de l'environnement et de l'épigénétique sur l'expression des gènes au cours du temps (Brook 2009).

1.2.2.1. Contrôle génétique

À ce jour, plus de 300 gènes ont été associés à la régulation de l'odontogenèse (Thesleff 2006, voir aussi <http://bite-it.helsinki.fi/>). La plupart d'entre eux sont impliqués dans la communication cellulaire, en particulier entre l'épithélium et le mésenchyme, et interviennent tout au long du développement dentaire (initiation, morphogenèse et différenciation). La morphologie, la structure dentaire et la dentition sont fortement contrôlées au niveau génétique. Au niveau moléculaire, un système complexe de signaux et d'interactions réciproques entre les cellules épithéliales et mésenchymateuses régule l'odontogenèse, impliquant l'expression de protéines matricielles extracellulaires, de facteurs de croissance et de facteurs de transcription (Jernvall et Thesleff 2000 ; Mitsiadis 2001). Les molécules des protéines de la matrice extracellulaire participent à la division, à la migration, à l'adhésion des cellules et à l'histogenèse (Mitsiadis 2001). Les facteurs de croissance interviennent, quant à eux, dans la division, la migration et la différenciation cellulaire. Les principales familles comprennent des facteurs transformants (TGF- β , BMP, activine, follistatine), des facteurs fibroblastiques (FGF) et des facteurs épidermiques (EG) (*e.g.*, Jernvall et Jung 2000 ; Jernvall et Thesleff 2000, 2012 ; Mitsiadis 2001). Des gènes liés à l'embryogenèse, tels que Pax, Lef-1 ou Eda, sont également impliqués dans la régulation des mitoses (Mitsiadis 2001). Parmi les facteurs de transcription, des gènes homéotiques ou homéogènes⁶, issus des familles Alx, Msx, Dlx, Pitx, Barx ou encore Lhx, définissent la position et la spécificité de chaque élément dentaire (*e.g.*, Jernvall et Jung 2000 ; Jernvall et Thesleff 2000, 2012 ; McCollum et Sharpe 2001 ; Mitsiadis 2001 ; Thesleff 2006).

Les études du développement dentaire chez les rongeurs ont largement contribué aux connaissances actuelles sur la morphogenèse des dents chez les mammifères. Il a notamment été montré que les différentes classes dentaires sont génétiquement déterminées par un code

⁶ Les homéogènes sont des gènes régulateurs du développement embryonnaire qui déterminent le plan de l'organisme (mise en place spatio-temporelle). Ils se caractérisent par une séquence nucléotidique commune à tous les gènes homéotiques : l'homéobox ou boîte homéotique, qui est une séquence d'ADN composée de 180 paires de bases nucléotidiques assurant le contrôle du développement embryonnaire.

homéobox odontogénétique (*odontogenic homeobox code*, McCollum et Sharpe 2001), dont les expressions des homéogènes fournissent les informations spatiales nécessaires pour déterminer le type de dent formée (McCollum et Sharpe 2001). Les homéogènes impliqués sont membres des familles Bar-1, Dlx-1/-2, Msx-1/-2, Alx-3. Ces facteurs de transcription s'expriment dans une région restreinte du mésenchyme lors du développement. En effet, dans l'ébauche mandibulaire de la souris (**FIGURE 1.12A**), les domaines d'expression de Barx-1 (en vert) et de Dlx-1/-2 (en bleu) se chevauchent dans le mésenchyme au niveau de la région présumée des molaires, tandis que les domaines de Mxs1 (en rouge), de Msx-2 (en jaune) et de Alx-3 (en violet) se chevauchent dans la zone mésenchymateuse présumée des incisives (**FIGURE 1.12A**). Les domaines d'expression de Dlx-1/-2, de Msx-1 et de Msx-2 se chevauchent, quant à eux, à des degrés divers dans une zone de non-formation des dents correspondant au diastème des mâchoires des murinés (**FIGURE 1.12A ET B**). Chez d'autres groupes de mammifères, ces combinaisons d'homéogènes peuvent coder pour la formation de la canine et des prémolaires (**FIGURE 1.12C**).

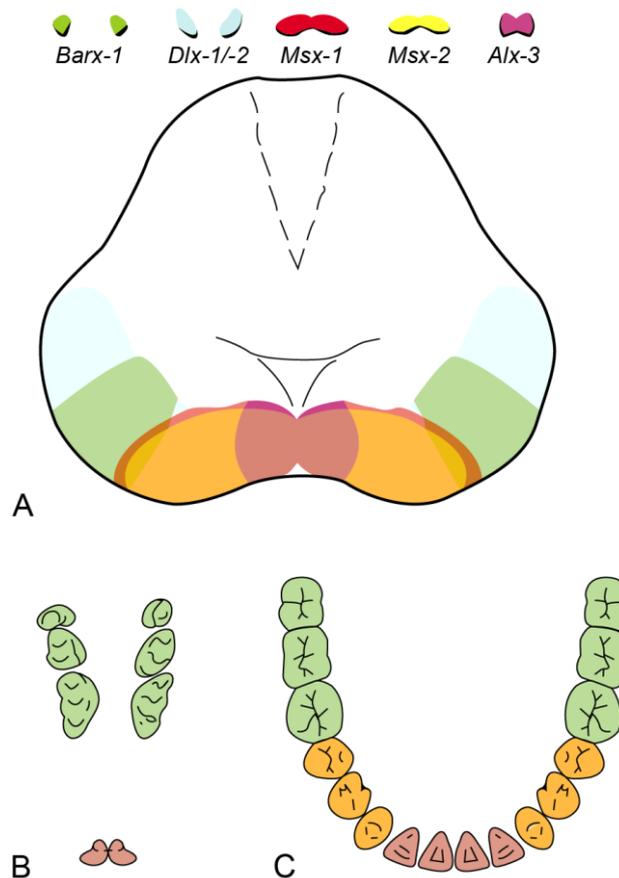


Figure 1.12. Le code homéobox odontogénétique : homéogènes s'exprimant dans une région restreinte du mésenchyme, localisés sur l'ébauche mandibulaire chez la souris (A), et fournissant les informations spatiales nécessaires à la détermination du type de dents chez les murinés (B) et d'autres groupes de mammifères (C). D'après McCollum et Sharpe (2001).

Les analyses de génétique quantitative chez les souris et les babouins ont montré que les dents antérieures et les dents postérieures sont génétiquement indépendantes, indiquant deux modules génétiques distincts (Hlusko et Mahaney 2009 ; Hlusko *et al.* 2011). Une sous-modularité génétique des dents postérieures est présente chez les babouins, avec des corrélations identifiées entre les prémolaires d'une part, et les molaires d'autre part (Hlusko et Mahaney 2009 ; Hlusko *et al.* 2011). Chez les Hommes actuels, un fonctionnement indépendant au cours du développement a également été identifié entre les dents antérieures et les dents postérieures, avec une plus grande variabilité développementale pour les incisives permanentes (Braga et Heuzé 2007).

Les travaux sur les interactions génétiques chez les rongeurs ont également montré qu'un signal itératif entre les tissus épithéliaux et mésenchymateux était nécessaire pour obtenir un schéma correct de formation des dents (Jernvall et Thesleff 2000). Ce processus se produit à travers un nombre limité de centres de signalisation⁷ épithéliaux : les nœuds d'émail⁸ (enamel knots, Vaahtokari *et al.* 1996 ; Jernvall et Thesleff 2000). Ainsi, les nœuds d'émail sont les structures fondamentales régulant la morphogenèse et la croissance des cuspidés (Vaahtokari *et al.* 1996), ces dernières se formant successivement le long de la dent, au cours d'une cascade développementale (Jernvall et Jung 2000).

Un modèle informatique de cette cascade de développement des cuspidés (*patterning cascade model*, Salazar-Ciudad et Jernvall 2002), fondé sur l'activité de signalisation moléculaire des nœuds d'émail, a été développé à partir de données expérimentales chez les souris et les campagnols. Ce modèle montre que la morphologie des dents des mammifères se développe à la suite d'une interaction morphodynamique entre les gènes responsables de la formation et de la morphogenèse des cuspidés. Lors du développement dentaire, au stade capuchon et au début du stade en cloche (**CF. SECTION 1.2.1.1**), les nœuds d'émail sécrètent à la fois des molécules activatrices et inhibitrices (Salazar-Ciudad et Jernvall 2002). Ces activateurs et inhibiteurs affectent inversement la croissance des germes dentaires. En effet, les activateurs favorisent la croissance épithéliale vers les futurs sommets des cuspidés, et stimulent également la formation de nouveaux nœuds d'émail (Jernvall et Jung 2000). De leur côté, les inhibiteurs favorisent la croissance du mésenchyme et empêchent la formation de nouveaux nœuds d'émail au sein d'une zone d'inhibition entourant les nœuds d'émail (Salazar-Ciudad et Jernvall 2002). Dans ce contexte, un nouveau nœud d'émail ne peut alors se former qu'à

⁷ Un centre de signalisation est une structure cellulaire transitoire responsable de la synthèse de facteurs de transcription et de molécules de signalisation déterminant localement l'activité cellulaire d'un territoire tissulaire.

⁸ Les nœuds d'émail correspondent à une concentration de cellules épithéliales, localisée au sein de l'organe d'émail, et marquent la localisation future des sommets des cuspidés (Vaahtokari *et al.* 1996 ; Jernvall et Thesleff 2000).

distance d'un nœud d'émail déjà formé, et tout développement simultané de cuspides est donc initié à l'extérieur de cette zone d'inhibition (**FIGURE 1.13**).

Ce modèle de cascade de développement a permis de prédire la forme des cupides, leur taille et leur nombre, initialement lors d'expérimentations chez les souris et les campagnols (Salazar-Ciudad et Jernvall 2002 ; Kavanagh *et al.* 2007). Puis, il a été testé sur d'autres espèces animales, comme les phoques (Salazar-Ciudad et Jernvall 2010) et les chimpanzés (Skinner et Gunz 2010). Enfin, il a récemment été utilisé pour appréhender l'expression du tubercule de Carabelli chez l'Homme (Hunter *et al.* 2010 ; Guatelli-Steinberg *et al.* 2013).

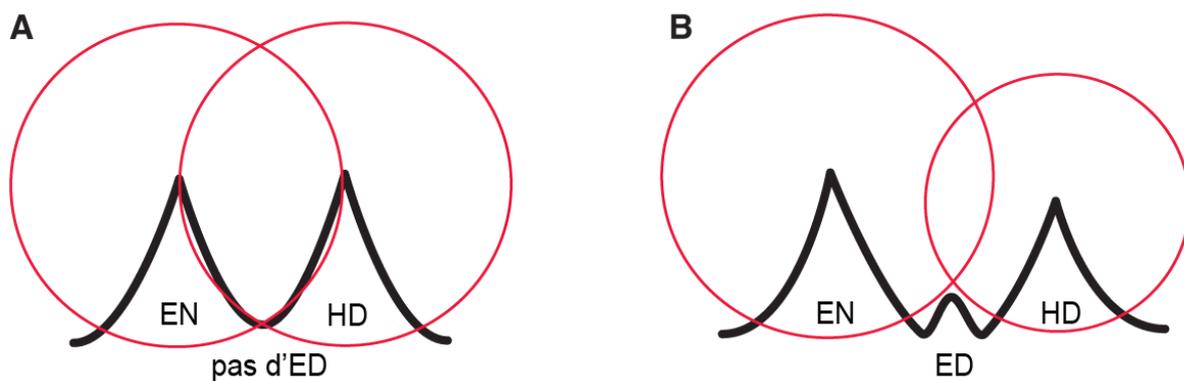


Figure 1.13. Représentation schématique du modèle de développement en cascade des cuspides, illustrant les cornes de dentines (en noir) de l'entoconide (EN) et de l'hypoconulide (HD), les zones d'inhibition des nœuds de l'émail (en rouge) et la présence variable de l'entoconulide (ED). A : pas de formation de l'entoconulide en raison de la taille des zones d'inhibition et/ou de l'initiation de l'entoconide et de l'hypoconide ; B : formation possible de l'entoconulide due à la réduction des zones d'inhibition et/ou la fin de formation de l'entoconide et de l'hypoconide. Modifié d'après Skinner et Gunz (2010).

D'autre part, la diminution de dosage du gène *Fgf3*, intervenant lors de la formation des nœuds de l'émail ou immédiatement après leur formation, a été reliée à une microdentie et une diminution du nombre de cuspides à la fois chez des souris et des patients humains (Tekin *et al.* 2007 ; Charles *et al.* 2009). Particulièrement, chez l'Homme, les premières et deuxième molaires supérieures sont caractérisées par une réduction de taille associée à une perte de l'hypocône (Charles *et al.* 2009). La morphologie résultante, avec un arrangement de trois cuspides en triangle, est considérée comme un trait ancestral chez les primates anthropoïdes (Gunnell et Miller 2001). Bien qu'apparue à plusieurs reprises au cours de l'évolution (et donc indiquant un trait convergent), l'émergence de l'hypocône au cours d'évènements indépendants suggère qu'il confère un avantage fonctionnel lors de la mastication chez les mammifères herbivores et omnivores (Hunter et Jernvall 1995).

Les gènes localisés sur les chromosomes sexuels X et Y agissent en continu dès les premiers stades du développement dentaire (*e.g.*, Alvesalo 1997, 2009, 2013) et leur impact différentiel a été révélé par des études sur des personnes atteintes d'anomalies chromosomiques (polysomie : présence d'un chromosome X ou Y supplémentaire ; monosomie : perte d'un chromosome X ou Y). La polysomie a été associée à un émail plus épais combiné à une quantité de dentine similaire (polysomie X) ou supérieure (polysomie Y) par rapport aux personnes possédant un caryotype normal (*e.g.*, Townsend *et al.* 1984 ; Alvesalo *et al.* 1991 ; Zilberman *et al.* 2000). Au contraire, la monosomie du chromosome X a été reliée à un émail plus fin et une quantité moindre de dentine (Alvesalo et Tammissalo 1981 ; Townsend *et al.* 1984). Dans ses travaux, L. Alvesalo suggère que le chromosome Y favoriserait à la fois l'amélogénèse et la dentinogénèse (Alvesalo 1971, 1997, 2009), alors que le chromosome X coderait uniquement pour la formation de l'émail (Alvesalo 1971, 2009 ; Zilberman *et al.* 2000). Au moins six protéines impliquées dans la minéralisation de l'émail – dont l'amélogénine, l'énameline et l'amélobastine (*e.g.*, Kelley et Swanson 2008 ; Horvath *et al.* 2014) – possèdent leurs gènes à la fois sur les chromosomes autosomaux et sexuels (Lau *et al.* 1989 ; Salido *et al.* 1992 ; Robinson *et al.* 1998).

Bien que certaines caractéristiques dentaires soient influencées par un seul ou quelques gènes (héritabilité simple), la plupart des fonctions d'intérêt sont dues aux effets additifs de nombreux gènes et/ou de l'environnement (héritabilité classique ou multifactorielle) (*e.g.*, Brook 2009 ; Hughes et Townsend 2012, 2013). Ainsi, des caractères apparemment homologues peuvent avoir des corrélations génétiques croisées, souvent entre les dents d'un individu et entre les arcades dentaires, mais peuvent aussi être génétiquement indépendants sur une même couronne (Hlusko *et al.* 2004a, 2007 ; Hlusko 2016). De plus, d'autres effets peuvent compliquer l'interprétation du phénotype observé, comme les interactions entre allèles sur un même locus (*e.g.*, dominance génétique), les interactions alléliques entre loci (*e.g.*, épistasie) ou les interactions des gènes avec leur environnement (*e.g.*, épigénétique) (voir la revue de Hughes et Townsend 2013 sur ces aspects).

1.2.2.2. Influences épigénétiques et environnementales

L'épigénétique correspond à l'étude des mécanismes spatiaux et temporels qui contrôlent l'activité génétique durant le développement des organismes (Holliday 1990). Plus particulièrement, les variations stochastiques du milieu génétique local sont responsables des modifications différentielles des effets d'un gène (Brook 2009 ; Townsend *et al.* 2012). Ainsi, l'épigénétique décrit les changements héréditaires causés par l'activation et la désactivation des gènes, sans altération de la séquence des nucléotides de l'acide désoxyribonucléique

(ADN) (Hughes et Townsend 2013). Il s'agit, par exemple, de l'influence des changements de médiateurs chimiques locaux lors de la transcription ou la traduction, incluant les mécanismes moléculaires impliqués dans la méthylation de l'ADN, la désacétylation de l'histone ou l'inactivation post-transcriptionnelle de l'acide ribonucléique (ARN) (Hughes et Townsend 2013). Présente à chaque étape du développement dentaire, l'information épigénétique conditionne le développement tardif. Dans ce contexte, les jumeaux monozygotes (vrais jumeaux) constituent un modèle idéal pour étudier le rôle des facteurs épigénétiques et environnementaux sur la variation des traits dentaires dans les populations humaines (*e.g.*, Potter et Nance 1976 ; Potter *et al.* 1976, 1978 ; Hughes *et al.* 2001 ; Ribeiro *et al.* 2012 ; Townsend *et al.* 2012 ; Hughes et Townsend 2013; mais voir Townsend *et al.* 2009). Ces études, qui ont majoritairement concerné les variations des dimensions dentaires, ont par exemple relié les variations de méthylation à l'expression différentielle de l'agénésie dentaire ou des dents surnuméraires chez les jumeaux monozygotes (Townsend *et al.* 2005). Aussi, les hormones s'exprimant *in utero*, puis les hormones sexuelles, peuvent avoir un impact sur les mécanismes temporels et spatiaux contrôlant l'activité des gènes durant le développement dentaire (Ribeiro *et al.* 2012), bien que l'influence des hormones sexuelles soit considérée comme mineure par rapport au rôle des chromosomes sexuels sur le dimorphisme sexuel observé dans les dimensions dentaires (Guatelli-Steinberg *et al.* 2008 ; Alvesalo 2009, 2013). L'environnement semble également jouer un rôle sur le développement dentaire, mais son importance serait moindre sur les dents par rapport au reste du squelette (Hillson 2005). Des expériences réalisées sur des souris ont montré que le milieu maternel, et notamment le régime alimentaire de la génitrice enceinte ou allaitante, pouvait avoir une influence sur le développement dentaire et la taille des dents de la progéniture (*e.g.*, Searle 1954 ; Grainger *et al.* 1959 ; Krueger 1962, 1966). Notamment, un régime alimentaire maternel pauvre en protéines serait corrélé avec une réduction des dimensions des troisièmes molaires de la descendance (Searle 1954), et une déficience en vitamine A pourrait être reliée à leur absence congénitale (Bader 1965). Lors de la formation dentaire chez les rongeurs, le fluor et le molybdène produisent des traumatismes du calcium au niveau de la matrice de l'émail (*e.g.*, Krueger 1962, 1966). De plus, une teneur élevée en fluor dans l'eau potable conférerait une taille supérieure à la dentition combinée à des cuspides plus arrondies et des sillons moins profonds (Møller 1967). Dans les populations humaines, les conditions maternelles (diabète, hypertension et hyperthyroïdie) et les conditions développementales (durée de gestation, poids et taille à la naissance) présentent des effets aussi bien sur la dentition déciduale que permanente (*e.g.*, Bailit et Sung 1968 ; Garn *et al.* 1980). Alors que le diabète maternel serait corrélé à une taille inférieure des dents de la progéniture par rapport à la moyenne,

l'hypertension ou l'hyperthyroïdie provoquerait l'effet inverse (Garn *et al.* 1980). Le poids à la naissance du sujet ou encore l'âge de la mère ont également des effets sur les dimensions dentaires (Bailit et Sung 1968 ; Apps *et al.* 2004). Ainsi, la variation de taille et de forme des dents humaines est influencée de manière significative par les effets additifs des gènes.

1.3. Contraintes fonctionnelles

Chez les mammifères, la morphologie des dents est adaptée aux différents types de régimes alimentaires (*e.g.*, Osborne 1907 ; Kay 1975 ; Ungar et Kay 1995 ; Lucas 2004). Les propriétés physiques des aliments, et les demandes fonctionnelles pour leur réduction, sont des facteurs qui conditionnent la taille et la forme des dents (Lucas 2004 ; Ungar 2008, 2011). Cette section présente les contraintes fonctionnelles liées aux aspects de la biomécanique de la mastication, de l'usure dentaire et des régimes alimentaires.

1.3.1. Mastication

La mastication correspond au processus par lequel la consistance des substances alimentaires introduites dans la bouche est modifiée de façon mécanique. Les aliments sont coupés, écrasés et broyés par des mouvements précis et conjoints des dents, mais aussi des lèvres, des joues et de la langue, afin de les rendre aptes à être déglutis (Kay et Hiiemae 1974 ; Lucas 2004 ; Lieberman 2011). Chez l'Homme, il y a deux types majeurs de processus masticatoires : l'incision réalisée avec les dents antérieures, et la mastication produite par les dents postérieures (Lucas 2004 ; Ungar 2007 ; Lieberman 2011). L'incision permet de casser les aliments en petits morceaux s'ajustant à la taille de la bouche. La mastication consiste à réduire mécaniquement les aliments, de manière rythmée et répétitive, lors des déplacements de la mandibule à la fois vers l'avant (protrusion) et vers l'arrière (rétraction) (Lieberman 2011). Contrairement à la mastication qui est unilatérale et se produit donc sur un seul quadrant des arcades dentaires (*the working side*), l'incision peut s'opérer simultanément des deux côtés des arcades lorsque la mandibule s'étire vers l'avant (Lieberman 2011).

Chez les primates, le cycle de mastication est divisé en trois mouvements (Kay et Hiiemae 1974) : la fermeture (*closing stroke* ou *preparatory stroke*), le mâchement (*power stroke* ou *actual chewing*) et l'ouverture (*opening stroke* ou *recovery stroke*) (**FIGURE 1.14**). Le mâchement est lui-même divisé en deux phases : la phase I correspond à l'activité de cisaillement (*shearing*), alors que la phase II est plutôt liée à des activités d'écrasement et de broyage (*crushing and grinding*) (Kay et Hiiemae 1974 ; Hillson 1996 ; Schwartz 2000b). Depuis l'ouverture maximale de la bouche (**FIGURE 1.14**), le mouvement de fermeture amène les sommets des cuspidés des molaires inférieures en contact avec ceux des molaires supérieures

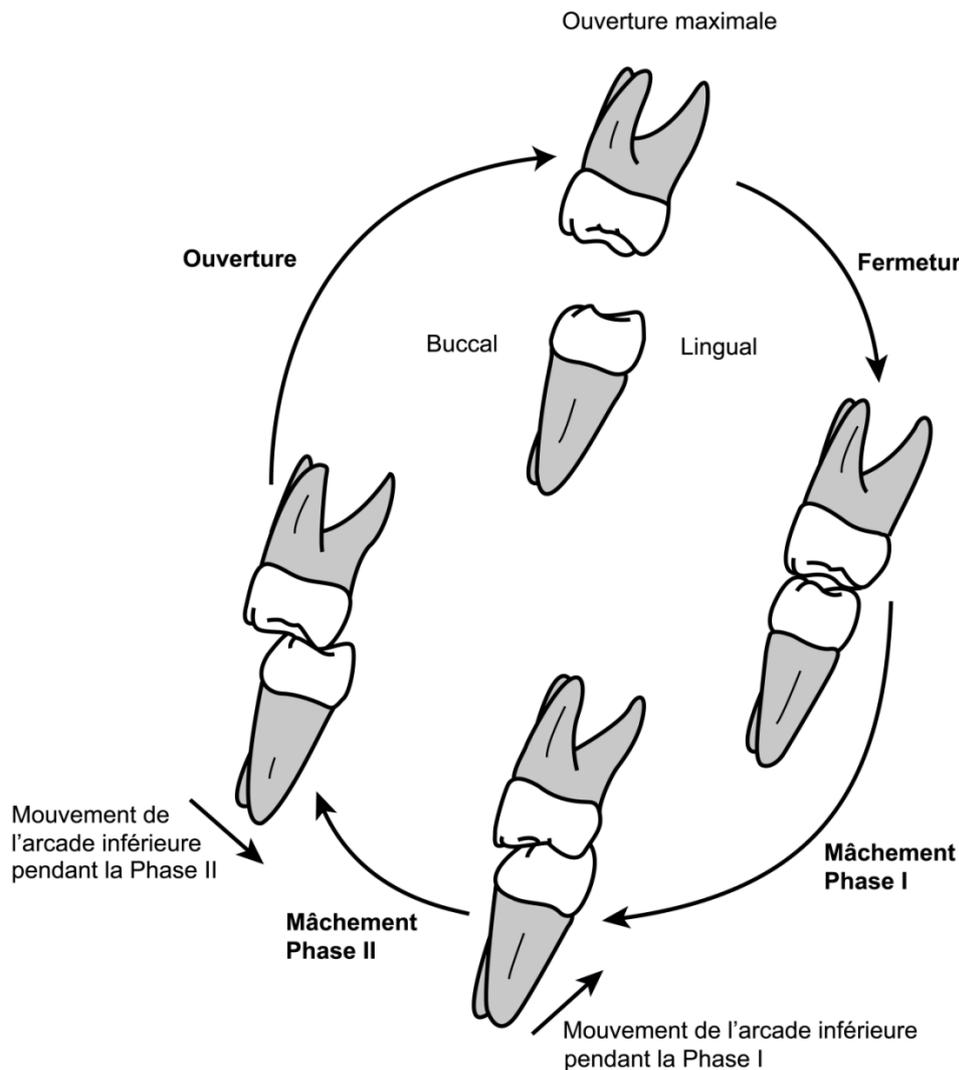


Figure 1.14. Le cycle de la mastication, détaillant les positions de la LRM1 par rapport à la URM1 (en vues mésiales) lors des mouvements d'ouverture, de mâchement et de fermeture. Modifié d'après Hillson (1996).

lors de la fermeture de la bouche (Kay et Hiiemae 1974). Elle est suivie par les deux phases de mâchement, durant lesquelles ont lieu le cisaillement, le broyage et l'écrasement de la nourriture (Schwartz 2000b). Dans la phase I (**FIGURE 1.14**), les molaires inférieures se déplacent verticalement vers l'occlusion centrée (*centric occlusion*) (Kay et Hiiemae 1974) et les cuspides des isomères glissent alors les unes contre les autres dans une action de cisaillement des aliments (Schwartz 2000b). Au cours de la phase II, les molaires inférieures se déplacent mésialement depuis l'occlusion centrée et légèrement vers le bas (Kay et Hiiemae 1974) (**FIGURE 1.14**), en écrasant la nourriture entre les cuspides des dents isomères (Schwartz 2000b). Les différentes facettes d'usure observées (**CF. SECTION 1.3.2**) ont alors une localisation caractéristique : les facettes de la phase I sont localisées sur les surfaces linguales des cuspides linguales des molaires supérieures et les surfaces buccales des cuspides buccales des molaires mandibulaires, alors que pendant la phase II, les facettes apparaissent

sur les surfaces buccales du protocône et de l'hypocône, et sur les surfaces linguales pour le protoconide, l'hypoconide et l'hypoconulide (Schwartz 2000b). Le cycle de mastication se termine par le mouvement d'ouverture (**FIGURE 1.14**), jusqu'au maximum d'ouverture de la bouche (Kay et Hiiemae 1974).

La biomécanique de la mastication et les demandes fonctionnelles de la réduction des aliments ont permis de distinguer des cuspides fonctionnelles (*supporting cusps*) directement impliquées dans le cisaillement et le broyage des aliments, et des cuspides non fonctionnelles (*guiding cusps*) guidant les aliments. Les cuspides fonctionnelles correspondent aux cuspides linguales des molaires supérieures et aux cuspides buccales des molaires inférieures, tandis que les cuspides non fonctionnelles sont les opposés des précédentes, *i.e.* les cuspides buccales des molaires supérieures et les cuspides linguales des molaires inférieures.

Le mâchement, décomposé en deux phases, cisaillement puis écrasement (*puncture crushing*), est un comportement assez distinct dans le cycle de mastication (Kay et Hiiemae 1974 ; Ungar 2014), en raison du ralentissement marqué du mouvement de fermeture lorsque les dents commencent à entrer en contact avec la nourriture, puis de l'incursion mésiolatérale plus limitée dans le mâchement, et enfin, du mouvement relativement plus rapide vers le bas lors de l'ouverture (Kay et Hiiemae 1974). D'autre part, bien que la phase II soit majoritairement décrite comme celle des activités de broyage, certaines données expérimentales sur des macaques et des babouins suggèrent que les forces occlusales au cours de la phase II seraient trop faibles pour réduire la nourriture de manière significative (Hylander *et al.* 1987 ; Wall *et al.* 2006, cités dans Lieberman 2011).

1.3.2. Usure et régime alimentaire

L'usure dentaire correspond à la détérioration de la couronne produite par l'usage, et résulte en une perte progressive d'émail et de dentine principalement sur la face occlusale, mais aussi sur les surfaces interproximales (*e.g.*, Kaidonis 2008 ; d'Incau *et al.* 2012 ; Burnett *et al.* 2013). Cette perte progressive des tissus dentaires, souvent décrite comme une condition pathologique dans les études de santé buccodentaire, est un phénomène physiologique naturel (*e.g.*, Molnar 1972 ; Kaidonis 2008). L'usure des dents est le résultat d'interactions complexes entre les individus et leur environnement, et peut être causée par des activités alimentaires et non alimentaires (*e.g.*, Dahlberg 1960, 1963 ; Molnar 1971a, 1972 ; Molnar et Molnar 1990 ; Deter 2009 ; Forshaw 2014). Directement liés à l'alimentation, les éléments abrasifs naturels (*i.e.* fibres d'aliments) introduits intentionnellement sont à distinguer des composants introduits involontairement (*i.e.* grains de sable ou gravillons) en fonction des techniques de préparation des aliments. Aussi, parmi les activités paramasticatrices,

l'utilisation des dents comme un outil ou une troisième main, le bruxisme (mouvement inconscient de friction des dents) ou le maintien d'objets dans la bouche sont également responsables de l'usure (*e.g.*, Molnar 1972 ; Molnar et Molnar 1990). L'usure interproximale est le résultat de l'augmentation progressive de contact entre les dents adjacentes, causée par leur mouvement respectif lors de la mastication (Kaidonis 2008).

Initialement évoqués par Hunter (1778), trois principaux mécanismes – attrition, abrasion, érosion – agissent conjointement avec différentes intensités et durées (revue dans d'Incau *et al.* 2012). Associée aux variations de régime alimentaire, de consistance des aliments et de fonction des dents, la combinaison de ces trois mécanismes peut produire de nombreux types d'usure (*e.g.*, Molnar et Molnar 1990 ; Kaidonis 2008 ; Burnett *et al.* 2013).

L'attrition est le résultat du contact occlusal entre les dents isomères et du contact interproximal entre les dents adjacentes, et est typiquement caractérisée par des facettes correspondantes entre les dents. Lorsque l'émail est complètement usé, la surface de la dentine rendue visible du fait de l'attrition est plane (Kaidonis 2008). Ce mécanisme, causé sans la présence d'aliments, inclut l'occlusion fonctionnelle et les activités paramasticatrices comme le bruxisme.

L'abrasion est produite par le frottement entre les dents et les substances exogènes introduites dans la bouche. Elle peut être produite sur les surfaces occlusales et interproximales par différents matériels, mais le plus communément, l'abrasion est produite par le frottement avec de la nourriture. L'action des aliments sur la surface de la dent n'est pas spécifique à une région anatomique et a lieu sur toute la surface occlusale de la dent, produisant ainsi une large surface usée et non une facette d'usure. Contrairement au cas de l'attrition, la dentine exposée à la suite de l'abrasion prend une forme concave (Kaidonis 2008).

Enfin, l'érosion est la dissolution chimique des tissus dentaires. La source d'érosion peut être intrinsèque ou extrinsèque, les deux étant modérées par le flux salivaire et la présence d'une pellicule protectrice (*i.e.* biofilm). Si la dentine apparente est également de forme concave, il y a une différence notable avec l'abrasion (Kaidonis 2008). En effet, l'action continue des acides affecte les tubules de dentine, qui peuvent rester ouverts et causer une sensibilité.

Les régimes alimentaires, et plus particulièrement les propriétés physiques des aliments, influencent fortement le type d'usure observé (Lucas 2004). Les propriétés physiques externes sont caractérisées par la taille, la forme, la texture, l'abrasivité et la viscosité des aliments ; les propriétés internes, quant à elles, correspondent aux caractéristiques mécaniques et la résistance à la fracturation des aliments (Lucas 2004). L'usure des couronnes dentaires est omniprésente et intense dans les populations du passé (*e.g.*, Molnar 1972 ; Kaifu 2000). Elle

varie entre les populations et les différents groupes culturels (*e.g.*, Molnar 1972 ; Molnar et Molnar 1990), et certains types sont même exclusifs à une population particulière (Molnar 1971, 1972). Une usure forte, conduisant à une surface occlusale plane, est omniprésente et généralisée chez les Hommes fossiles et les chasseurs-cueilleurs de l'Holocène (*e.g.*, Molnar 1972 ; Kaifu 2000). La formation de l'usure oblique des molaires, rapportée comme caractéristique des agriculteurs (*e.g.*, Smith 1984 ; Deter 2009), est reliée aux exigences fonctionnelles de la réduction des aliments et à l'impact abrasif plus important des aliments réduits et broyés finement (*e.g.*, Brace 1962 ; Smith 1984 ; mais voir Macchiarelli 1989). Par rapport aux agriculteurs, la denture des chasseurs-cueilleurs est marquée par une usure plus importante des dents antérieures et une usure moindre des molaires (*e.g.*, Dahlberg 1963 ; Molnar 1971a ; Smith 1984 ; Kaifu 1999, 2000 ; Deter 2009).

Simultanément aux changements environnementaux, culturels et biologiques globaux, une réduction de la taille des dents et une simplification de la forme de la couronne ont été observées (**CF. SECTION 2**) et généralement associées à l'impact des changements alimentaires lors de la transition vers le Néolithique (Greene *et al.* 1967 ; Brace et Mahler 1971 ; Frayer 1977, 1978, 1984 ; Brace 1979 ; Calcagno 1986 ; Brace *et al.* 1987 ; Calcagno et Gibson 1988b, mais voir Sofaer *et al.* 1971a ; Macchiarelli et Bondioli 1986a) . Par exemple, un changement de régime alimentaire rapide s'est produit le long des côtes d'Europe occidentale à la suite du passage d'une stratégie de subsistance principalement maritime vers une subsistance basée sur des ressources terrestres consécutivement à l'apparition de l'agriculture et de l'élevage (*e.g.*, Lubell *et al.* 1994 ; Richards *et al.* 2003 ; Tresset et Vigne 2011). Avec le développement de la poterie et de la mouture des graines, l'adoption de l'agriculture est associée à une réduction de la dureté et de la fibrosité des aliments (Brace 1962 ; Smith 1984). Dans ce contexte, les différences de type d'usure dentaire entre les chasseurs-cueilleurs et les agriculteurs ont été attribuées aux modifications dans les régimes alimentaires, les techniques et les outils utilisés lors de la préparation de la nourriture (*e.g.*, Brace 1962 ; Dahlberg 1963 ; Greene *et al.* 1967 ; Molnar 1971a ; Turner 1979 ; Smith 1984 ; Deter 2009). Ainsi, si les dents des chasseurs-cueilleurs et des agriculteurs sont toutes caractérisées par une usure rapide et prononcée, la direction et la forme de l'usure de la couronne, et non pas son degré, permettent de distinguer ces deux groupes (Smith 1984 ; Deter 2009). Ces variations sont reliées notamment aux différences de subsistance et de préparation de la nourriture. Les chasseurs-cueilleurs développent une usure plane en raison de la mastication d'aliments durs et fibreux. Les agriculteurs, quant à eux, développent une usure oblique résultant d'une alimentation basée sur des aliments moulus, réduits et cuits à l'eau, impliquant une diminution du rôle des dents pour broyer la nourriture.

Les propriétés physiques des aliments ingérés, entre autres, conditionnent les types d'usure dentaire, mais aussi la taille et la forme des dents (Lucas 2004). Ces propriétés ont également guidé les hypothèses corrélant régime alimentaire et morphologie dentaire, ainsi que les interprétations fonctionnelles, taxinomiques et phylogénétiques (*e.g.*, Molnar et Gantt 1977 ; Schwartz 2000b ; Teaford et Ungar 2000 ; Teaford 2007 ; Ungar 2007, 2008 ; Lucas *et al.* 2008b ; Vogel *et al.* 2008 ; Constantino *et al.* 2009).

1.4. Aspects phylogénétiques

En raison de la variabilité dentaire considérable chez les primates, la morphométrie externe des dents est depuis longtemps utilisée pour discuter des relations phylogénétiques et taxinomiques chez les espèces fossiles et actuelles (*e.g.*, Hillson 2005 ; Ungar 2010, 2014) et des affinités biologiques et populationnelles chez les hominines (*e.g.*, Brabant et Twiesselmann 1964 ; Bailit et Friedlaender 1966 ; Wolpoff 1971 ; Verdène 1975 ; Kieser 1990 ; Scott et Turner 1997). Grâce aux avancées technologiques, l'épaisseur de l'émail, les proportions des tissus dentaires et la morphologie de la jonction émail-dentine se sont révélées d'un grand intérêt pour caractériser la variation et l'évolution de l'architecture dentaire chez les hominines.

Cette section présente les différentes informations accessibles à partir des structures externes et internes des dents. S'ils sont généralement traités séparément, une approche intégrée combinant ces deux aspects structurels afin d'étudier les couronnes dentaires dans leur intégralité apportera une meilleure compréhension de l'évolution dentaire.

1.4.1. Structure externe

Les dents présentent une variabilité morphométrique remarquable chez les hominines. Les dimensions des dents et leur morphologie figurent parmi les critères les plus importants de la diagnose des fossiles d'hominines (*e.g.*, Schwartz et Tattersall 2002, 2005). Cette variation de taille et de forme a également été utilisée pour identifier des tendances évolutives (*e.g.*, Wolpoff 1971 ; Bailey et Hublin 2013) et discuter des affinités biologiques entre les populations de l'Holocène (*e.g.*, Kieser 1990 ; Scott et Turner 1997). En effet, les moyennes des variables mesurables peuvent être significativement différentes entre les populations et certains caractères morphologiques sont plus communs dans une population par rapport à une autre (*e.g.*, Kieser 1990 ; Scott et Turner 1997 ; Hillson 2005).

Concernant les aspects métriques, les dimensions externes classiquement étudiées sont le diamètre mésiodistal et le diamètre buccolingual (**CF. SECTION 4.3.1**). Au cours de l'évolution, une réduction de ces dimensions dentaires externes est documentée au sein du genre *Homo*

(*e.g.*, Brabant et Twiesselmann 1964 ; Bailit et Friedlaender 1966 ; Wolpoff 1971 ; Frayer 1978 ; Pinhasi et Meiklejohn 2011). Elle est particulièrement marquée à partir de la fin du Pléistocène. Un bilan des études sur cette réduction dentaire est proposé dans la **SECTION 2**.

Chez l'Homme actuel, si la variabilité morphologique des dents est importante au sein et entre les populations d'origines géographiques différentes (**CF. INFRA**) (Scott et Turner 1997), la variabilité des dimensions externes est moindre. En effet, la différence entre les populations présentant les plus grandes dimensions dentaires et les populations montrant les dents les plus petites n'excèdent pas 3 mm (Kieser 1990). Les dents postérieures présentent un plus fort degré de variabilité métrique que les dents antérieures (*e.g.*, Moorrees et Reed 1984 ; Harris et Dinh 2006). Ce gradient antéropostérieur est également observable au sein de chaque classe dentaire (Moorrees et Reed 1984 ; Hillson 1996, 2005).

Un dimorphisme sexuel des dimensions externes des couronnes dentaires humaines a été mis en évidence pour le diamètre mésiodistal (Garn *et al.* 1965b, 1967 ; Hanihara et Ishida 2005 ; Harris et Lease 2005) comme pour le diamètre buccolingual (Garn *et al.* 1966a). Cependant, il varie entre les populations et au sein des populations (*e.g.*, Moorrees *et al.* 1957 ; Garn *et al.* 1965b, 1967 ; Schwartz et Dean 2005). En moyenne, les hommes possèdent des dimensions dentaires plus grandes que les femmes, à la fois pour la denture déciduale (Harris et Lease 2005 ; Adler et Donlon 2010) et pour la denture permanente (Garn *et al.* 1966a ; Schwartz et Dean 2005), la dernière exprimant un dimorphisme plus important que la première. L'impact différentiel des chromosomes sexuels sur la formation de l'émail et de la dentine lors de la croissance a été proposé comme un des facteurs responsables du dimorphisme sexuel observé dans les dimensions dentaires pour les populations humaines (Alvesalo 1971).

Une asymétrie dentaire en sein d'une même arcade et entre les arcades a été identifiée chez certains individus et populations (Alvesalo 1971 ; Moorrees et Reed 1984 ; Kieser 1990 ; Hillson 1996, 2005). Cependant, l'asymétrie à l'échelle de l'arcade est considérée comme négligeable, la différence entre antimères étant en moyenne estimée entre 0,1 et 0,4 mm (Kieser 1990 ; Hillson 1996, 2005).

Chez les Hommes actuels, les diamètres mésiodistal et buccolingual d'une même couronne sont peu à fortement corrélés entre eux, les coefficients de corrélation variant de 0,35 à 0,74 en fonction des dents (Moorrees et Reed 1984 ; Dempsey et Townsend 2001). En revanche, les plus forts degrés de corrélation sont montrés entre les antimères (de 0,85 à 0,96), pour la denture déciduale comme pour la denture permanente, puis entre les dents adjacentes d'une même classe dentaire (Moorrees et Reed 1984 ; Dempsey et Townsend 2001).

Les dimensions des couronnes dentaires sont contrôlées par des facteurs génétiques, ontogénétiques et environnementaux, mais il semble que le contrôle par les gènes soit

dominant (Dempsey et Townsend, 2001). Les études sur les différences interpopulationnelles, les relations familiales et l'héritabilité révèlent de fortes influences génétiques sur la variation des dimensions dentaires (*e.g.*, Townsend et Brown 1978, 1979 ; Townsend 1980). L'héritabilité des dimensions coronaires est relativement forte et varie en fonction des dents (Dempsey et Townsend 2001 ; Hillson 2005) : la plupart des valeurs d'héritabilité dépassent 60 %, d'après différentes études sur des dents de jumeaux ou de parents et leurs descendants (Alvesalo et Tigerstedt 1974 ; Townsend et Brown 1978 ; Townsend 1980 ; Corruccini *et al.* 1986 ; Dempsey et Townsend 2001). Aussi, le diamètre buccolingual est moins influencé par l'environnement et possède une composante d'héritabilité plus forte que le diamètre mésiodistal (Alvesalo et Tigerstedt 1974 ; Calcagno 1986 ; Pinhasi et Meiklejohn 2011), suggérant un contrôle génétique différent pour chacune des dimensions (voir aussi Potter et Nance 1976 ; Potter *et al.* 1976 ; Potter *et al.* 1978). Une corrélation génétique significative est mise en évidence entre les diamètres externes mésiodistaux et buccolinguaux d'une même couronne, mais leur interrelation génétique avec la masse corporelle est différente : environ 20 % de la variation du diamètre buccolingual résulte des mêmes gènes qui influencent la longueur crâniocaudale, alors que la variation du diamètre mésiodistal n'y est pas associée (Hlusko *et al.* 2006). Ce phénomène pourrait expliquer l'héritabilité plus forte du diamètre buccolingual par rapport au diamètre mésiodistal (Alvesalo et Tigerstedt 1974).

De même que pour les variables métriques, la morphologie des dents varie de façon remarquable chez les hominines et entre les différents groupes et populations d'Hommes modernes. Les variations phénotypiques osseuses ou dentaires qui ne sont pas d'origine pathologique sont appelées variations anatomiques non métriques (Berry et Berry 1967 ; Hauser et De Stefano 1989). Observables sur l'ensemble du squelette, la plupart des caractères dentaires ont l'avantage d'être directement accessibles sur les individus vivants. De nombreux termes synonymes sont utilisés dans la littérature : traits, caractères, variants, etc., et associés aux adjectifs : discrets, épigénétiques, discontinus ou encore quasicontinus. Ces appellations se réfèrent généralement à l'aspect du caractère, qui peut être absent ou présent. Dans ce travail, les termes « variation anatomique non métrique » et « caractère discret » sont utilisés sans préjuger de leur étiologie.

Plus d'une centaine de variations anatomiques non métriques dentaires ont été décrites (*e.g.*, Hanihara 1966 ; Scott et Turner 1997 ; Desideri 2003). Une trentaine d'entre elles ont fait l'objet d'un système de codage standardisé, grâce aux plaques de référence représentant un moulage des différents stades définis dans l'Arizona State University Dental Anthropology System (ASUDAS, Turner *et al.* 1991 ; Scott et Turner 1997). Un déterminisme polyfactoriel

des variations anatomiques (génétique et environnemental) est probable, mais leur étiologie demeure mal connue. Cependant, le déterminisme génétique des traits dentaires semble plus fort que celui des caractères osseux (Scott et Turner 1997) et de nombreuses variations anatomiques sont liées à l'âge et/ou au sexe des individus (Hauser et De Stefano 1989 ; Crubezy *et al.* 1999). Les analyses de certaines variations anatomiques non métriques dentaires, telles que le tubercule de Carabelli ou les incisives en pelle, tendent à manifester une héritabilité faible à non significative (*e.g.*, Garn *et al.* 1966b ; Alvesalo *et al.* 1975 ; Scott 1980 ; Scott et Turner 1997). Aussi, la covariation phénotypique observée entre les dents d'une même classe serait liée à leur structuration génétique (Hlusko 2016).

Depuis les premiers travaux de Le Double (Le Double 1903, 1912), les variations anatomiques non métriques ont largement été utilisées en anthropologie biologique, notamment pour discuter de l'évolution des hominidés et de l'origine de l'Homme moderne (Bailey 2000 ; Bailey et Hublin 2013 ; Irish *et al.* 2013, 2014 ; Carter *et al.* 2014), des affinités entre populations (différences régionales et/ou continentales) et de l'histoire des peuplements (Hanihara 1963, 2008 ; Scott et Turner 1997 ; Gemmerich Pfister 1999 ; Desideri 2003, 2007 ; Irish 2005, 2006, 2014 ; Coppa *et al.* 2007 ; Delgado-Burbano 2007b, 2008, 2012 ; Lukacs et Pal 2013 ; Herrera *et al.* 2014 ; Hubbard *et al.* 2015), ou encore de la structuration sociale des populations à travers l'analyse des espaces funéraires et des liens de parenté (Bondioli *et al.* 1986 ; Crubezy et Sellier 1990a, b ; Sansilbano-Collilieux 1990 ; Crubezy *et al.* 1999 ; Gemmerich Pfister 1999 ; Ricaut *et al.* 2010 ; Laforest *et al.* 2011 ; Alt *et al.* 2015 ; Paul et Stojanowski 2015). Plus particulièrement, dans ce dernier cas, les liens de parenté sont déterminés par le partage de caractères discrets rares entre individus d'un sous-groupe archéologique pertinent (Crubezy et Sellier 1990b). Au sein d'une nécropole, cette information correspond à une parenté « sociale » qui est difficilement assimilable à une parenté au sens biologique du terme (Crubezy et Sellier 1990a, b ; Crubezy *et al.* 1999).

La capacité des variations anatomiques crâniennes à identifier des liens de parenté biologique a été testée sur 151 squelettes contemporains complets (collection SIMON) provenant de 11 cimetières du Bassin lémanique (Gemmerich Pfister 1999). Les individus sont identifiés (âge exact au décès, sexe, état civil) et leur généalogie est connue pour une partie d'entre eux, avec 37 relations familiales connues avec certitude (Gemmerich Pfister 1999). De nombreux regroupements entre individus ont été montrés par l'analyse des variations anatomiques non métriques crâniennes, mais aucun n'a pu être confirmé par les généalogies connues. Une tendance au regroupement d'individus issus d'une même localité, mais sans liens familiaux apparents a été relevée (Gemmerich Pfister 1999). Ainsi, il semble que les liens de parenté ne soient pas déterminables par l'analyse des variations anatomiques crâniennes, mais que ces

dernières soient pertinentes pour définir des sous-groupes géographiques cohérents. En revanche, les variations anatomiques des molaires déciduales se révèlent relativement performantes pour détecter les liens entre frères et sœurs (Paul et Stojanowski 2015).

Au cours de l'évolution des hominines, les différentes variations anatomiques non métriques dentaires se sont exprimées de façon variable (*e.g.*, Irish *et al.* 2013), et leur diversité est supposée plus importante que celle observée chez l'Homme actuel (*e.g.*, Carter *et al.* 2014). Ainsi, la pertinence de leur utilisation pour évaluer les relations interspécifiques chez les hominines fossiles a été discutée (*e.g.*, Carter *et al.* 2014 ; Irish *et al.* 2014). Par exemple, la combinaison d'un ensemble de variations anatomiques sur une même arcade dentaire, et non la présence ou l'absence d'un trait en particulier, permet de distinguer les Néandertaliens des Hommes modernes (Bailey et Hublin 2013). Les fréquences de ces traits non métriques ont également été utilisées pour caractériser la condition moderne (*e.g.*, Irish 1997 ; Bailey et Hublin 2013). Dans le but d'identifier des caractères ou une suite de caractères modernes permettant de caractériser *Homo sapiens*, Bailey et Hublin (2013) ont examiné la morphologie dentaire des Hommes modernes fossiles et actuels, ainsi que celle d'*Homo* plus anciens. L'évaluation de la variation dentaire au sein de notre genre, au cours du temps et à travers différentes aires géographiques, a permis de montrer que, par exemple, les incisives supérieures sans pelle ni double pelle ni tubercule dentaire seraient diagnostiques d'*Homo sapiens*. Ces caractères de modernité seraient apparus très tôt, dès les premiers *Homo sapiens* (Bailey et Hublin 2013). Par contre, aucun trait particulier ne distingue les molaires supérieures des Hommes modernes de celles des Néandertaliens et des *Homo* plus anciens. Pour les molaires inférieures, la perte de l'hypoconulide est unique à *Homo sapiens*, avec des fréquences faibles pour la LM1 et plus prononcées pour la LM2. Cependant, l'absence de l'hypoconulide a aussi été identifiée sur des hominines du Pléistocène moyen à la Sima de los Huesos (Martinón-Torres *et al.* 2012). Ainsi, certains traits peuvent être absents chez *Homo sapiens*, mais présents et variables pour les espèces d'*Homo*. Si quelques traits semblent pouvoir être considérés comme modernes, il est impossible de lister une combinaison de traits qui définissent exclusivement la dentition humaine moderne (Bailey et Hublin 2013).

Chez les Hommes actuels, l'expression des variations non métriques dentaires montre une importante variabilité (*e.g.*, Irish 1997 ; Scott et Turner 1997 ; Hanihara *et al.* 2003). Scott et Turner (1997) ont compilé les fréquences observées dans les populations d'Hommes actuels, subdivisées en fonction de cinq différents groupes géographiques : Eurasie de l'Ouest (Europe, Inde, Asie de l'Ouest, Caucase), Afrique subsaharienne (Afrique de l'Ouest et du Sud), Amérique (Amérique et Asie du Nord), Asie du Sud-est (Asie du Sud-est, Polynésie, Micronésie) et Océanie (Australie, Nouvelle-Guinée, Tasmanie). À titre d'exemple, les

fréquences pour ces groupes sont données dans la **FIGURE 1.15** pour six variations anatomiques dentaires : l'incisive centrale en pelle (UI1 pelle), le tubercule de Carabelli sur la UM1, l'hypocône de la UM2, l'hypoconulide sur les molaires inférieures (LM1 et LM2) et enfin, la disposition en Y des sillons intercuspidiens des LM2. Les fréquences sont très différentes entre les populations avec, par exemple, une faible présence du caractère en pelle en Afrique subsaharienne et en Océanie, mais une large gamme de fréquence en Amérique (**FIGURE 1.15**). Aussi, les populations d'Afrique subsaharienne présentent une morphologie qualifiée d' ancestrale (Scott et Turner 1997), alors que les populations du nord de l'Asie et des Amériques possèdent une morphologie dentaire dérivée par rapport aux autres groupes actuels (**FIGURE 1.15**).

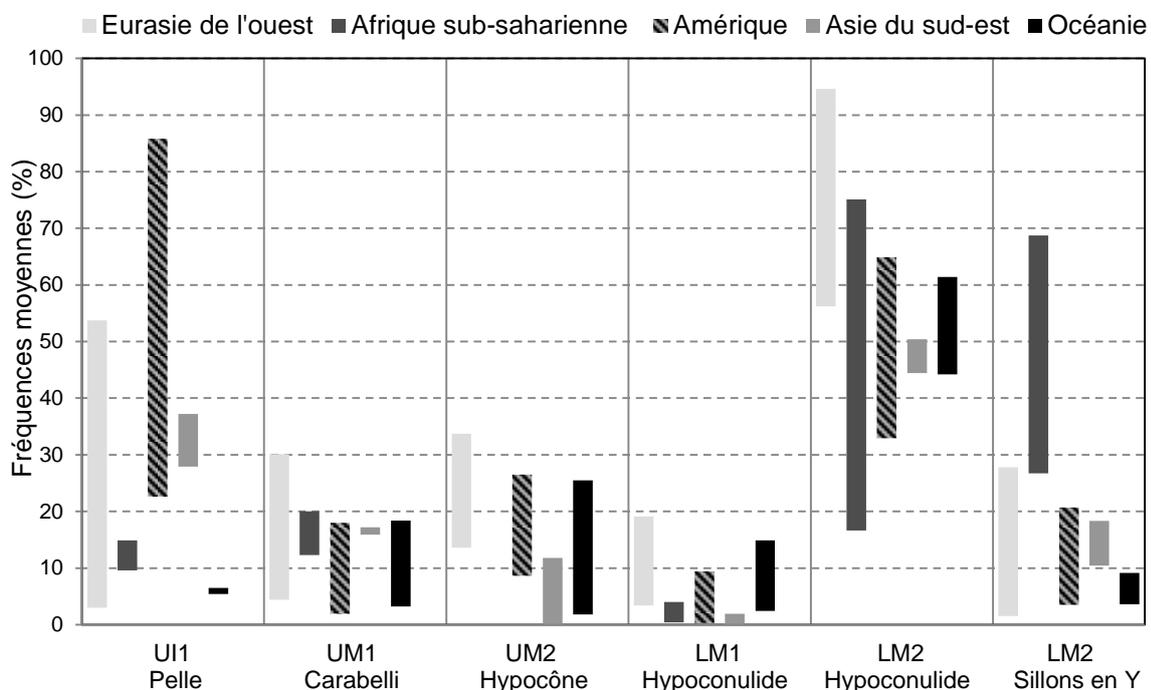


Figure 1.15. Gammes de variation des fréquences moyennes observées pour quelques traits anatomiques dentaires dans plusieurs populations d'Hommes actuels. D'après Scott et Turner (1997) et Bailey et Hublin (2013).

Afin d'obtenir des résultats pertinents pour évaluer les affinités populationnelles, les caractères étudiés doivent satisfaire quelques critères : identifiables et détectables facilement, ces variations anatomiques doivent être rares (*i.e.* faibles fréquences) dans les populations étudiées, présenter une variabilité faible par rapport à l'âge et au sexe des individus, et leur expression doit être indépendante d'autres caractères évalués (*e.g.*, Hauser et De Stefano 1989). Ainsi, les variations anatomiques non métriques dentaires sont d'un grand intérêt pour discuter des affinités inter- et intrapopulationnelles, quelle que soit l'échelle géographique considérée (Scott et Turner 1997 ; Hanihara 2013). De plus, des concordances entre la

morphologie dentaire, la géographie et la linguistique ont été identifiées chez les Hommes actuels (voir Desideri 2003). Les différences de fréquence de trait sont également efficaces pour reconstruire l'histoire des peuplements et discuter des différenciations régionales et continentales entre les populations du passé (*e.g.*, Irish 2006, 2014 ; Desideri 2007 ; Lukacs et Pal 2013). Aussi, les relations biologiques issues de l'analyse des traits non métriques ont été comparées à celles obtenues à partir des données génétiques : les résultats montrent des corrélations importantes (Ricaud *et al.* 2010 ; Herrera *et al.* 2014 ; Hubbard *et al.* 2015).

Des individus du Paléolithique supérieur ont été examinés pour appréhender l'évolution de la morphologie dentaire (*e.g.*, Bailey 2000 ; Bailey et Hublin 2013) et des individus du Néolithique ont été analysés afin d'évaluer la structuration sociale et l'homogénéité biologique et funéraire des populations de diverses régions (*e.g.*, Thomas 2011 ; Zubova 2014 ; Alt *et al.* 2015). Cependant, l'analyse des variations anatomiques non métriques dentaires est inédite pour discuter des affinités biologiques entre les populations de la fin de Pléistocène et du début de l'Holocène à l'échelle du sud-ouest de la France.

1.4.2. Structure interne

Ces dernières années, les recherches sur l'évolution humaine ont bénéficié de l'essor des technologies d'imagerie à haute résolution : la microtomographie à rayons X (*computed microtomography*, abrégé mCT, microCT ou encore μ CT retenu ici) ou par lumière synchrotron (revue dans Macchiarelli *et al.* 2013). Ces innovations technologiques importantes permettent des analyses non invasives à partir d'images avec une résolution spatiale importante (de quelques microns à 200 μ m environ) et une épaisseur de coupe d'examen plus fine qu'avec la tomographie ; généralement, les voxels⁹ sont isométriques, *i.e.* la taille du pixel est identique à l'épaisseur des coupes. La radiation synchrotron produit, quant à elle, des images avec moins d'artéfacts, notamment pour des spécimens fossiles très reminéralisés (Olejniczak *et al.* 2007b). Ainsi, le choix du système d'acquisition dépend des caractéristiques de l'objet étudié (notamment sa taille), de la précision nécessaire pour les mesures, du degré de reminéralisation et du type d'application envisagée (Sporer *et al.* 2000 ; Braga et Hublin 2005 ; Mazurier *et al.* 2006 ; Olejniczak *et al.* 2007b ; Macchiarelli *et al.* 2008 ; Clément et Geffard-Kuriyama 2010). Si la microtomographie à rayons X est non invasive, il n'est pas certain qu'elle soit non destructive (*e.g.*, Richards *et al.* 2012). Les effets précis d'une exposition intensive (et répétitive) des spécimens aux rayons X n'ont pas encore été étudiés à large échelle (Balzeau *et al.* 2010). Déjà, des tests réalisés sur quelques

⁹ Une coupe d'un examen CT ou μ CT est une image numérique (en 2D) composée de pixels. Comme chaque coupe possède une épaisseur propre, les pixels représentent en réalité un élément volumique ou voxels (contraction de « volumetric pixel ») dont la taille est fonction de l'épaisseur des coupes de l'examen.

spécimens fossiles et archéologiques ont montré qu'une dégradation importante de l'ADN ancien se produit seulement sous conditions d'irradiations extrêmes, alors que sous une condition usuelle, les conséquences sont limitées ou non détectables (Paredes *et al.* 2012 ; Tafforeau *et al.* 2013, 2015). Dans le cas des dents, la dégradation causée par les rayons X affecte majoritairement l'émail (Tafforeau *et al.* 2015). Aussi, ces techniques permettent de préserver des fossiles uniques grâce à une sauvegarde numérique des spécimens et une reproduction physique des objets, ce qui constitue un atout considérable pour la conservation et la valorisation des collections (Clément et Geffard-Kuriyama 2010).

Outre les études sur les aspects méthodologiques de l'utilisation de la microtomographie pour explorer et mesurer la structure interne des dents en 2D et en 3D (*e.g.*, Suwa et Kono 2005 ; Mazurier *et al.* 2006 ; Olejniczak et Grine 2006 ; Olejniczak *et al.* 2007b ; Bondioli *et al.* 2010 ; Benazzi *et al.* 2014b), un nombre croissant de chercheurs utilise cet outil pour explorer et mener des analyses quantitatives fines de l'architecture interne des tissus minéralisés, notamment des dents chez les hominoïdes (*e.g.*, Kono 2004 ; Rossi *et al.* 2004 ; Olejniczak et Grine 2005 ; Macchiarelli *et al.* 2006, 2008, 2013 ; Mazurier *et al.* 2006 ; Smith *et al.* 2006b, 2008, 2012 ; Tafforeau *et al.* 2006 ; Olejniczak *et al.* 2007a ; Bayle 2008a, b ; Skinner 2008 ; Bayle *et al.* 2009a, b, 2010 ; Suwa *et al.* 2009 ; Zanolli *et al.* 2010, 2012, 2014, 2015b ; Benazzi *et al.* 2011b ; Zanolli 2014 ; Skinner *et al.* 2015).

L'épaisseur de l'émail et les proportions des tissus dentaires ont joué un rôle important dans la caractérisation des relations taxinomiques, phylogénétiques et des régimes alimentaires (*e.g.*, Molnar et Gantt 1977 ; Schwartz 2000a, b ; Kono *et al.* 2002 ; Grine 2005 ; Smith *et al.* 2006b, 2012 ; Olejniczak *et al.* 2007a, 2008a, b, c ; Kono et Suwa 2008 ; Suwa *et al.* 2009 ; Skinner *et al.* 2015). Une variabilité importante dans ces paramètres a été démontrée au sein des hominoïdes, basée essentiellement sur l'étude des molaires (*e.g.*, Shellis *et al.* 1998 ; Kono *et al.* 2002 ; Kono 2004 ; Grine 2005 ; Smith *et al.* 2005, 2006a, b, 2012 ; Olejniczak 2006 ; Olejniczak *et al.* 2008a, b, c ; Mahoney 2010, 2013 ; Zanolli *et al.* 2010, 2012, 2015b ; Zanolli 2014 ; Skinner *et al.* 2015). Aussi, il faut noter que beaucoup de ces études ont concerné la comparaison entre les Néandertaliens et les Hommes modernes (*e.g.*, Zilberman *et al.* 1992 ; Molnar *et al.* 1993 ; Macchiarelli *et al.* 2006 ; Bayle 2008a, b ; Olejniczak *et al.* 2008a ; Bayle *et al.* 2009b ; Crevecoeur *et al.* 2010 ; Smith *et al.* 2010 ; Toussaint *et al.* 2010 ; Benazzi *et al.* 2011c ; Fornai *et al.* 2014). Des différences ont également été mises en évidence entre les dents permanentes et les dents déciduales, avec une distribution de l'épaisseur de l'émail et des proportions des tissus qui varient selon les taxons d'hominidés actuels et fossiles (Macchiarelli *et al.* 2009) et les dents déciduales qui présentent un émail

plus fin (Grine 2005 ; Bayle 2008b ; Bayle *et al.* 2010 ; Mahoney 2010, 2013). Cependant, notre connaissance de la variation des proportions des tissus des dents déciduales reste limitée (Macchiarelli *et al.* 2006 ; Crevecoeur *et al.* 2010 ; Mahoney 2010, 2013 ; Benazzi *et al.* 2012 ; Fornai *et al.* 2014).

Les hominines, particulièrement les australopithèques et les membres du genre *Homo*, sont caractérisés par un émail relativement épais comparé à celui des autres hominidés (*e.g.*, Martin 1985 ; Dean *et al.* 2001 ; Olejniczak *et al.* 2008b, c ; Suwa *et al.* 2009 ; Skinner *et al.* 2015). Un fort degré de variation entre les espèces au sein du genre *Homo* a été rapporté (Smith *et al.* 2012), bien qu'une épaisseur d'émail importante semble être le phénotype dominant durant l'évolution des hominines. Les dents des Néandertaliens possèdent les épaisseurs d'émail les plus faibles par rapport aux Hommes actuels (**FIGURE 1.16**), condition considérée comme dérivée (Zilberman *et al.* 1992 ; Olejniczak *et al.* 2008a ; Bayle *et al.* 2009a, b ; Crevecoeur *et al.* 2010 ; Toussaint *et al.* 2010 ; Benazzi *et al.* 2011b ; Smith *et al.* 2012 ; Fornai *et al.* 2014). Les analyses de la structure interne des dents déciduales et des dents permanentes ont montré que les Néandertaliens possèdent des volumes absolus d'émail comparables à ceux des Hommes modernes actuels et fossiles, mais qu'ils se distinguent par des proportions de dentine largement supérieures (Macchiarelli *et al.* 2006, 2007, 2008 ; Bayle 2008b ; Olejniczak *et al.* 2008a ; Crevecoeur *et al.* 2010 ; Fornai *et al.* 2014). L'émail, réparti sur une surface de dentine plus importante et plus complexe, présente de ce fait une épaisseur relative plus faible.

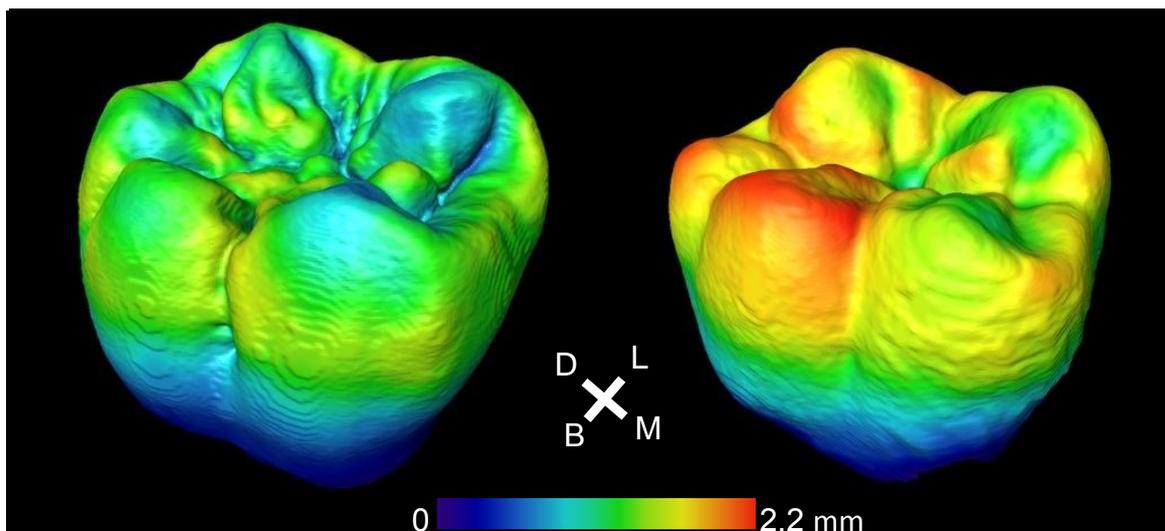


Figure 1.16. Cartographies comparatives de l'épaisseur de l'émail sur des LM1 en vues bucco-occlusales. La molaire du Néandertalien de l'Abri Suard (S14-7, à gauche) présente des épaisseurs d'émail plus faibles par rapport à la LM1 d'un homme actuel (EH-U21, à droite). L'échelle chromatique montre en bleu foncé les épaisseurs d'émail les plus faibles, et en rouge les épaisseurs les plus fortes (M = mésial, B = buccal, D = distal, L = lingual). Modifié d'après Bayle *et al.* (2010).

Des différences dans l'épaisseur de l'émail chez les hominoïdes actuels ont été liées à des régimes alimentaires distincts (Molnar et Gantt 1977 ; Martin 1985 ; Schwartz 2000b ; Smith *et al.* 2008, 2012) : un émail fin est associé à des aliments tendres (*e.g.*, feuilles, matière similaire) et un émail plus épais à la consommation de matériels durs et fibreux (*e.g.*, graines, fruits secs) et/ou l'inclusion d'une large quantité de produits abrasifs dans d'alimentation (Jolly 1970 ; Molnar et Gantt 1977 ; Dumont 1995 ; Lucas *et al.* 2008a, b ; Pampush *et al.* 2013). Des relations entre l'écologie alimentaire, la forme des dents et l'épaisseur de l'émail ont été identifiées et liées aux aspects fonctionnels de la biomécanique de la mastication (*e.g.*, Molnar et Gantt 1977 ; Molnar et Ward 1977 ; Macho et Berner 1993, 1994 ; Schwartz 2000a, b ; Kono et Suwa 2008 ; Lucas *et al.* 2008a, b ; Mahoney 2013). Néanmoins, la relation entre l'épaisseur de l'émail et le régime alimentaire reste complexe (Dumont 1995 ; Maas et Dumont 1999 ; Schwartz 2000a ; Teaford 2007). En effet, l'épaisseur de l'émail est un trait plastique contrôlé génétiquement, qui peut évoluer rapidement et être sélectionné en réponse aux changements alimentaires, à l'usure occlusale ou à la cassure (*e.g.*, Hlusko *et al.* 2004b ; Kelley et Swanson 2008 ; Pampush *et al.* 2013 ; Horvath *et al.* 2014 ; Hlusko 2016). De plus, l'épaisseur de l'émail est un paramètre fortement écosensible (Kato *et al.* 2014 ; Zanolli 2015). Des variations géographiques et temporelles ont été documentées chez les orangs-outans actuels et fossiles (Smith *et al.* 2011) et chez différentes espèces de macaques élevés en captivité (Kato *et al.* 2014). Entre autres, ces différences ont été reliées à la variété des aliments consommés dans les milieux tempérés et/ou aux demandes biomécaniques des aliments ingérés spécifiquement durant certaines saisons (Kato *et al.* 2014).

Une augmentation distale de l'épaisseur de l'émail a été enregistrée le long de l'arcade dentaire des primates, et a été reliée aux modèles fonctionnels de la biomécanique de la mastication (Molnar et Gantt 1977 ; Macho et Berner 1993, 1994 ; Schwartz 2000a, b ; Grine 2002 ; Smith *et al.* 2005, 2008, 2012 ; Mahoney 2010, 2013 ; Kato *et al.* 2014). Cette tendance de l'augmentation antéropostérieure de l'épaisseur de l'émail a notamment été observée de l'incisive centrale (I1) à la troisième molaire (M3) chez les Hommes modernes actuels et fossiles, les Néandertaliens, les chimpanzés et les macaques (Bayle 2008b ; Olejniczak *et al.* 2008a ; Smith *et al.* 2008, 2012 ; Feeney 2009 ; Feeney *et al.* 2010a ; Kato *et al.* 2014). Ce phénomène, qui semble plus marqué sur l'arcade supérieure (Grine 2005 ; Smith *et al.* 2006a ; Kato *et al.* 2014), n'a cependant pas été observé chez les babouins (Hlusko *et al.* 2004b) ni pour les molaires permanentes inférieures des Néandertaliens (Olejniczak *et al.* 2008a ; Smith *et al.* 2012). De plus, une tendance similaire a été identifiée sur une denture mixte, avec des épaisseurs d'émail qui augmentent entre les molaires déciduales (dm1, dm2) et permanentes (M1, M2, M3), surtout pour la mandibule (Grine 2005 ; Mahoney 2010). Cette

augmentation significative de l'épaisseur de l'émail depuis la M1 à la M3 dans différentes populations humaines (Macho et Berner 1993, 1994 ; Schwartz 2000a, b ; Grine 2002, 2005 ; Smith *et al.* 2006a, 2008) serait en lien avec une augmentation de l'aire de l'émail (pour les molaires supérieures) et/ou une diminution de l'aire de la dentine (pour les molaires inférieures) et de la longueur de la jonction émail-dentine (Smith *et al.* 2006a, 2008). En effet, la diminution de la proportion de dentine dans la couronne entraîne une augmentation des indices d'épaisseur moyenne et relative de l'émail (**CF. SECTION 4.4.4.1**). Aussi, Smith *et al.* (2006a) suggèrent que cette tendance pourrait être reliée à la réduction de taille des molaires observée au sein du genre *Homo* (**CF. SECTION 2**). Bien que la taille des dents et l'épaisseur de l'émail peuvent être corrélées positivement, les analyses de génétique quantitative menées sur une population de babouins (Hlusko *et al.* 2004b) ont montré que la variation phénotypique de l'épaisseur de l'émail est indépendante du sexe de l'individu et de la taille des dents (Hlusko *et al.* 2004b ; Hlusko 2016). Ainsi, les gènes influençant la variation de l'épaisseur moyenne de l'émail à une échelle populationnelle sont indépendants des gènes qui influencent la taille des dents et/ou qui déterminent le sexe de l'individu.

Une dominance de l'épaisseur de l'émail des cuspides linguales des dents maxillaires et des cuspides buccales des dents mandibulaires a été observée chez les Hommes actuels (voir la **FIGURE 1.16** pour un exemple sur une molaire inférieure) (*e.g.*, Macho et Berner 1993 ; Schwartz 2000a ; Grine 2005 ; Mahoney 2010), et cette répartition de l'émail semble être une tendance commune chez les primates actuels et fossiles (Molnar et Gantt 1977 ; Beynon et Wood 1986 ; Schwartz 2000b). Un lien entre l'amplitude de variation des forces masticatoires exercées sur la surface de la couronne lors de la mastication et la distribution buccolinguale de l'épaisseur de l'émail a été proposé (*e.g.*, Kay et Hiiemae 1974 ; Kay 1975 ; Molnar et Ward 1977 ; Macho et Berner 1994). Un émail épais, parce qu'il permet de résister à l'usure et de protéger contre la génération de craquelures et de fractures, offre des plus grandes durabilités et efficacités fonctionnelles à la dent (*e.g.*, Molnar et Gantt 1977 ; Macho et Spears 1999 ; Lucas *et al.* 2008a, b ; Mahoney 2013 ; Pampush *et al.* 2013). En outre, il a été proposé que la morphologie des cuspides et la distribution de l'épaisseur de l'émail soient adaptées pour soutenir et dissiper des forces masticatoires élevées produites par l'action du plan d'occlusion hélicoïdal (Macho et Berner 1994 ; Schwartz 2000a, b ; Lucas *et al.* 2008b). Ces changements graduels d'épaisseur de l'émail sur les molaires des Hommes modernes ont été interprétés comme étant la preuve de la disparité des forces masticatoires entre les cuspides fonctionnelles et non fonctionnelles (*e.g.*, Spears et Macho 1995 ; Macho et Spears 1999). Une augmentation de la symétrie dans l'épaisseur de l'émail entre les cuspides peut être une indication de forces équivalentes exercées sur la surface occlusale (Spears et Macho 1995). À

l'inverse, une asymétrie marquée dans les épaisseurs de l'émail entre les cuspides fonctionnelles et non fonctionnelles peut indiquer une prédominance dans les forces de mastication (Spears et Macho 1995 ; Le Luyer *et al.* 2014).

En plus de la caractérisation des proportions des tissus dentaires et des épaisseurs de l'émail, l'accès à la structure interne permet l'étude de la morphologie de la jonction émail-dentine (JED), interface entre l'émail et la dentine coronaire (Butler 1956, 1999). Précurseur développemental, la JED constitue une représentation proche de l'épithélium dentaire interne du germe (Butler 1956, 1999) et fournit une information unique sur les processus de développement (Korenhof 1961). Les études sur les relations entre la JED et la surface externe de l'émail (SEE) ont montré que la JED est la principale contributrice de la morphologie de la SEE (Skinner 2008 ; Skinner *et al.* 2008a ; Skinner *et al.* 2010 ; Morita *et al.* 2014 ; Guy *et al.* 2015). De plus, en utilisant des critères quantitatifs précis pour caractériser la topographie de ces surfaces (élévation, inclinaison, orientation, courbure, complexité occlusale), une covariation significative entre les morphologies de la JED et de la SEE a été démontrée pour les molaires des primates (Guy *et al.* 2013, 2015).

Moins affectée par l'usure dentaire que la SEE, la JED est plus conservative et maintient une morphologie plus ancestrale que celle de la SEE (Butler 1956 ; Korenhof 1961). Dans ce contexte, les études sur la JED ont montré que sa morphologie renfermait de nombreuses informations sur les relations taxinomiques et phylogénétiques (*e.g.*, Olejniczak *et al.* 2007a ; Skinner 2008 ; Skinner *et al.* 2008a, b, 2009a, b, 2010 ; Bailey *et al.* 2011). Basées sur des approches macroévolutives, ces études ont permis de discriminer avec succès des espèces de primates et d'hominines fossiles, ainsi que de différencier les molaires au sein d'une arcade (*e.g.*, Skinner *et al.* 2008a, 2009a, b). Explorées chez les primates, les variations anatomiques s'expriment également sur la JED (*e.g.*, Skinner *et al.* 2008b ; Bailey *et al.* 2011 ; Ortiz *et al.* 2012 ; Martínez de Pinillos *et al.* 2014 ; Martínón-Torres *et al.* 2014). Peu d'études se sont focalisées sur la variation de la morphologie de la JED des Hommes modernes fossiles et actuels, pourtant largement utilisée dans les échantillons de comparaison. Seule une analyse en 2D de sections histologiques de molaires a mis en évidence des différences de forme de la JED entre les molaires, entre les sexes des individus, au sein des populations et entre les différentes populations, bien qu'aucune tendance n'ait pu être identifiée (Smith *et al.* 2006a).

Le dimorphisme sexuel de la JED a été évalué pour les molaires des Hommes actuels. Étant donné que la JED se forme avant l'apposition d'émail et de dentine (**CF. SECTION 1.2.1.1**), la SEE est influencée par la localisation, la taille et la forme des cornes de dentine (Smith *et al.* 2006a ; Skinner 2008 ; Skinner *et al.* 2008a). Si les hommes présentent des longueurs, des

surfaces et des volumes de la JED plus grands que les femmes, peu de différences de forme ont été trouvées entre les sexes (Feeney 2009). Ces éléments suggèrent une différence de croissance dentaire entre les hommes et les femmes, permettant à la JED masculine de posséder une quantité de dentine plus importante (Feeney 2009). Ainsi, les analyses de la JED ont permis de discuter des aspects macroévolutifs et développementaux, mais la JED n'a pas encore été considérée sur une échelle microévolutive.

À ce jour, l'organisation de la structure interne des dents des hominines fossiles et actuels a été peu étudiée pour évaluer l'existence de tendances évolutives et de variations chronogéographiques (mais voir Smith *et al.* 2012 ; Skinner *et al.* 2015). À partir d'un échantillon de 150 dents d'*Homo* fossiles et actuels recouvrant les deux derniers millions d'années, Smith *et al.* (2012) ont montré que les *Homo sapiens* fossiles provenant d'Afrique du Sud (Equus Cave, Dies Kelders Cave), d'Israël (Qafzeh) et du Maroc (Dar es Soltan, Témara, Irhoud) possèdent globalement des épaisseurs moyennes de l'émail similaires à celles des *Homo sapiens* actuels (spécimens contemporains d'origines géographiques variées). Cependant, les *Homo sapiens* actuels présentent un émail relativement plus épais, en raison d'une réduction substantielle de l'aire de la dentine accompagnée d'une réduction mineure de l'aire de l'émail (Smith *et al.* 2006b, 2012). Néanmoins, aucune tendance évolutive quantifiable n'a été rapportée au sujet des épaisseurs et proportions des tissus dentaires, et les auteurs ne discutent pas pourquoi la réduction de taille des couronnes entre les Hommes modernes fossiles et actuels résulterait en une diminution plus importante de la dentine coronaire par rapport à la diminution de l'émail. Bien que Feeney *et al.* (2010) se soient focalisés sur la variation dentaire au sein et entre différentes populations d'Hommes modernes subactuels provenant d'Indonésie, d'Europe du Nord et d'Afrique du Sud, leur étude n'a concerné que les canines (n=73) et les troisièmes prémolaires (n=66). Ainsi, peu d'informations sont disponibles à l'heure actuelle pour évaluer la variation observée chez les Hommes modernes datés de la fin de la Préhistoire à nos jours (Bayle 2008b ; Bayle *et al.* 2010). Plus particulièrement, aucune étude n'a concerné la caractérisation de l'architecture interne des dents des populations de la transition Pléistocène/Holocène.

1.5. Synthèse sur les facteurs de l'évolution dentaire

La denture humaine montre des variations significatives de développement, de fonction et de forme (voir revue dans Hughes et Townsend 2013). Cette variation, visible à différents niveaux (chez un individu, entre les individus, les familles, les sexes, les groupes, et les populations), peut être attribuée à des effets temporels agissant au niveau individuel (au cours

d'une vie) ou au niveau populationnel (à travers les générations). Les caractéristiques phénotypiques des dents humaines peuvent être influencées par trois composantes : l'influence des processus de développement et d'auto-organisation (structure) ; l'adaptation directe aux demandes fonctionnelles (fonction) ; l'héritage d'une forme ancestrale (phylogénie). Les sommets du triangle de Seilacher (1970) résument les sources possibles de diversité morphologique : l'importance relative de chacune des composantes peut varier, mais il ne peut en revanche exister de vision exclusive.

La présente revue sert de base pour interpréter la variation morphométrique des couronnes dentaires dans ses aspects interne et externe. Cependant, notre connaissance de la variation de l'architecture dentaire chez les hominines fossiles et actuels est limitée et ne permet pas d'évaluer l'existence et la nature de potentielles tendances microévolutives et leur lien avec des différences chronogéographiques. Bien que la variation de l'architecture interne au sein du genre *Homo* ait été considérée à une échelle macroévolutive (Smith *et al.* 2012), les tendances microévolutives chez *Homo sapiens* au cours du Pléistocène et de l'Holocène ne sont toujours pas signalées. Aussi, le possible impact de l'agriculture sur l'architecture dentaire reste à évaluer.

Ce travail aborde, à une échelle régionale, la variation morphométrique des dents humaines datées de la fin du Paléolithique supérieur, du Mésolithique et du début du Néolithique avec une approche intégrée inédite, combinant les aspects internes (épaisseurs de l'émail, proportions des tissus dentaires, jonction émail-dentine) et externes (dimensions externes, variations anatomiques non métriques) de l'architecture dentaire. Les potentielles tendances microévolutives identifiées sont interprétées à la lumière des nombreuses modifications environnementales, culturelles, démographiques et populationnelles qui se sont opérées dans le sud-ouest de l'Europe de la fin du Pléistocène au début de l'Holocène.

2. La réduction dentaire à la fin du Pléistocène et au début de l'Holocène : un état de la question

2. La réduction dentaire à la fin du Pléistocène et au début de l'Holocène : un état de la question

Human evolution does not stop with the arrival of « anatomically modern » human some 40,000 years ago, and perhaps the most conspicuous illustration of this fact is provided by the dentition. Calcagno et Gibson (1988a) : 193.

2.1. Études sur l'évolution des dimensions externes des dents humaines

Une revue bibliographique a été conduite sur la question de l'évolution des dimensions dentaires dans les populations humaines. Au total, 73 études publiées depuis 1960 ont été retenues pour avoir étudié ou utilisé en comparaison des populations humaines datées de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène (**FIGURE 2.1**) : 61 proviennent d'articles dans des revues scientifiques, dix sont des chapitres de livre, enfin deux sont des thèses.

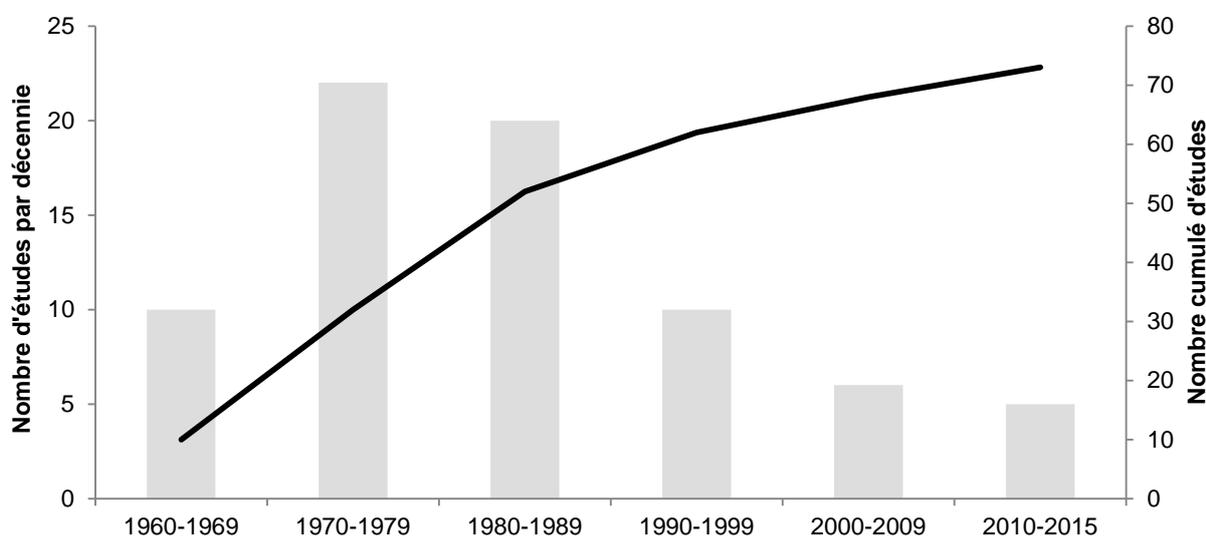


Figure 2.1. Nombre d'études sur la réduction dentaire par année de publication.

Les méthodes utilisées dans ces études ont consisté à mesurer les dimensions dentaires externes (**CF. SECTION 4.3.1**) : les diamètres mésiodistal (MD) et buccolingual (BL) (mesures M81 et M81(1) de Martin (dans Bräuer 1988) respectivement), parfois couplés aux aires des sections transverses (*cross-sectional area*, MDxBL).

2.1.1. Cadres géographique et chronologique des échantillons

Une des tendances majeures identifiées chez les hominines est la réduction de la taille des mâchoires et des dents. Les dimensions dentaires humaines sont documentées pour plusieurs périodes et régions géographiques, mais les mécanismes qui ont contribué à ces changements ne sont pas entièrement compris à ce jour. Un bilan de ces études, qui ont majoritairement porté sur la macroévolution¹⁰ des dimensions dentaires des hominines, est proposé dans cette section. Dans la suite du présent travail, le propos se concentrera sur la microévolution¹¹ des dents des *Homo sapiens* de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène.

Au cours de l'évolution humaine, la réduction des dimensions mésiodistale et buccolinguale des couronnes dentaires semble être un phénomène généralisé chez les hominines. Largement documentée en Europe (*e.g.*, Brabant et Twiesselmann 1964 ; Fléchier et Verdène 1974 ; Caillard 1975 ; Verdène 1975 ; Caillard 1976 ; Fléchier *et al.* 1976 ; Frayer 1977, 1978 ; y'Edynak 1978 ; Brace 1979 ; y'Edynak et Fleisch 1983 ; Macchiarelli et Bondioli 1986b ; Formicola 1987 ; y'Edynak 1989 ; Jacobs 1994 ; Manzi *et al.* 1997 ; Khudaverdyan 2011), la réduction dentaire est également attestée dans les autres régions du monde (**FIGURE 2.2**) : en Afrique (*e.g.*, Greene *et al.* 1967 ; Smith 1977 ; Calcagno 1986 ; Armelagos *et al.* 1989) ; au Moyen-Orient (*e.g.*, Dahlberg 1960, 1963 ; Smith *et al.* 1986) ; en Amérique (*e.g.*, Christiensen 1998 ; Hill 2004 ; Carter *et al.* 2014) ; en Asie (*e.g.*, Brace 1976 ; Brace et Nagai 1982 ; Lukacs 1984) et en Océanie (*e.g.*, Brace et Nagai 1982 ; Smith 1982 ; Brown 1987).

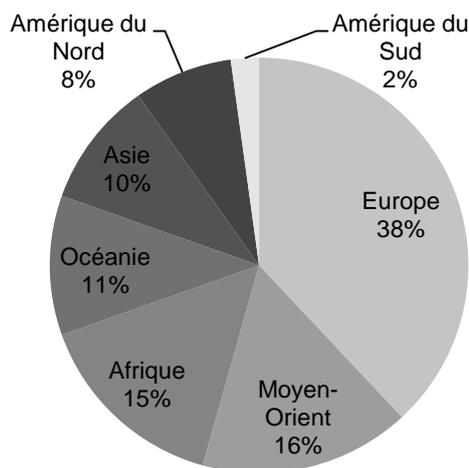


Figure 2.2. Répartition des études par origine géographique des échantillons.

¹⁰ **Macroévolution** : changement évolutif à grande échelle. À terme, cela conduit à la séparation d'une espèce en deux espèces (cladogénèse) ou au changement d'une espèce au cours du temps (anagénèse).

¹¹ **Microévolution** : changements évolutifs à petite échelle, d'une génération à l'autre. Ce sont les changements de fréquences alléliques et leurs effets sur la forme (phénotype) des organismes qui composent cette population ou cette espèce.

Au sein d'une même étude, les échantillons analysés proviennent bien souvent de populations d'origines géographique et chronologique très larges. Aussi, il apparaît nécessaire de réviser la fiabilité de l'attribution chronologique des vestiges humains, en fonction des données nouvellement acquises à la suite des révisions des contextes chronoculturels des sites archéologiques, des datations directes des vestiges humains et/ou des nouvelles découvertes (e.g, Gambier *et al.* 2000 ; Hoffmann *et al.* 2011).

2.1.2. Une réduction dentaire universelle ?

Les plus anciennes les études sur l'évolution des dimensions dentaires, concernant majoritairement les hominines datés du Pliocène à l'Holocène, ont mis en évidence une tendance à la réduction globale des dents déjà depuis 4 millions d'années (e.g., Dahlberg 1963 ; Brabant et Twiesselmann 1964 ; Bailit et Friedlaender 1966 ; Brace 1967 ; Sofaer *et al.* 1971a ; Bermudez de Castro et Nicolas 1995 ; Emes *et al.* 2011). Si les Australopithèques et les Paranthropes possèdent les dents les plus larges, en particulier les dents postérieures des Paranthropes, une réduction des dimensions est constatée pour les dents des premiers hominines (Brabant et Twiesselmann 1964 ; Brace 1979). Les dents des Néandertaliens sont caractérisées par des dimensions réduites pour les dents postérieures, mais des dents antérieures larges et robustes (Brace 1979 ; Bermudez de Castro et Nicolas 1995). La réduction des dimensions la plus rapide, et certainement celle qui a suscité le plus de discussion, s'est produite chez les *Homo sapiens* de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène (Fruyer 1977, 1978 ; Brace *et al.* 1987).

Suite au constat d'une accélération de la tendance à la réduction à partir de la fin du Pléistocène, des auteurs se sont focalisés sur des populations de la fin du Paléolithique supérieur, du Mésolithique et du Néolithique (e.g., Greene *et al.* 1967 ; Brace et Mahler 1971 ; Brose et Wolpoff 1971 ; Wolpoff 1976 ; Fruyer 1977, 1978 ; y'Edynak 1978 ; Brace 1979 ; y'Edynak et Fleisch 1983 ; Fruyer 1984 ; Calcagno 1986 ; Macchiarelli et Bondioli 1986a, b ; Brace *et al.* 1987 ; Formicola 1987 ; Calcagno et Gibson 1988a, b ; Gibson et Calcagno 1989 ; y'Edynak 1989 ; Jacobs 1994 ; Formicola et Giannecchini 1998 ; Pinhasi *et al.* 2008 ; Pinhasi et Meiklejohn 2011), et ont proposé comme facteurs principaux sous-jacents des liens avec les changements environnementaux et culturels de la transition vers l'agriculture.

L'importance de la réduction varie en fonction du type de dents et des diamètres externes mesurés (e.g., Le Blanc et Black 1974 ; Fruyer 1978, 1984 ; Brace *et al.* 1987). La réduction de taille des couronnes semble plus prononcée et uniforme pour les dents maxillaires que les dents mandibulaires (Calcagno 1986 ; Brace *et al.* 1987 ; Hill 2004). Une évolution

différentielle a également été mise en évidence entre les dents antérieures et les dents postérieures, avec une réduction plus importante pour ces dernières (*e.g.*, Brace 1967 ; Frayer 1977, 1978 ; Brace *et al.* 1987 ; Christiensen 1998). Depuis 30000 ans, le taux de réduction des dents antérieures est plus grand pour la mandibule que pour le maxillaire. Les dents postérieures, quant à elles, ont une réduction plus importante sur la mandibule pour les prémolaires et sur le maxillaire pour les molaires (*e.g.*, Frayer 1978 ; Calcagno 1986 ; Brace *et al.* 1987). Quant aux dimensions externes, le diamètre buccolingual est plus affecté par cette diminution de taille que le diamètre mésiodistal (Brace *et al.* 1987 ; Pinhasi *et al.* 2008). Notamment, Pinhasi *et al.* (2008) ont démontré une réduction plus prononcée pour les dimensions buccolinguales entre les populations épipaléolithiques et néolithiques du Levant.

D'après la majorité des études, la réduction dentaire serait liée aux changements des subsistances des populations et aux modifications de régime alimentaire, et plus particulièrement lors de la transition vers l'agriculture, au passage d'une économie de prédation (chasse-cueillette, mobile) à une économie de production (agriculture, sédentaire). Cependant, les aborigènes australiens (Brace 1980 ; Smith 1982 ; Brown 1987) et les pêcheurs préhistoriques de l'Oman (Macchiarelli 1989) constituent une exception, montrant une réduction dentaire sans jamais avoir adopté l'agriculture. Aussi, une réduction des dimensions des arcades dentaires a été montrée lors de la transition vers l'agriculture en Nubie (Calcagno et Gibson 1987) et dans les Gorges du Danube (y'Edynak 1989), sans qu'il y ait pour autant de réduction des dimensions dentaires. Enfin, une augmentation des dimensions dentaires est constatée entre environ 9000 et 1000 ans avant notre ère, dans des populations restreintes à une zone géographique côtière du Pérou (Scott 1979b). Ainsi, des variations régionales et locales sont rapportées (*e.g.*, Brace 1980 ; Smith 1982 ; Calcagno et Gibson 1988b ; Macchiarelli 1989 ; y'Edynak 1989 ; Pinhasi *et al.* 2006) et il apparaît nécessaire de nuancer les interprétations qui tendent à conclure à l'universalité d'une telle réduction dentaire.

2.1.3. Changements dentaires de la fin du Pléistocène au début de l'Holocène

Concernant plus précisément la nature des changements dentaires documentés de la fin du Pléistocène au début de l'Holocène, hormis les caractérisations de populations (*e.g.*, Greene *et al.* 1967 ; Verdène 1975 ; Macchiarelli et Bondioli 1986b), peu d'études se sont concentrées uniquement sur des populations de la fin du Paléolithique supérieur, du Mésolithique et du début du Néolithique provenant d'une même région. En effet, les études les plus anciennes comme les plus récentes ont généralement intégré un large échantillon géographique, avec des populations humaines européennes et proche-orientales, et ont majoritairement considéré une

large période chronologique, du Paléolithique moyen à l'actuel (*e.g.*, Brace et Mahler 1971 ; Frayer 1977, 1978 ; Brace *et al.* 1987 ; Pinhasi et Meiklejohn 2011).

Par exemple, Frayer (1977, 1978) a étudié des dents datées du Moustérien, du Paléolithique supérieur et du Mésolithique provenant de l'ouest, du centre et de l'est de l'Europe. Cet échantillon dentaire inclut différents contextes chronologique, culturel et géographique permettant une large gamme de comparaisons. Les principaux résultats mettent en évidence que les dents du Paléolithique supérieur sont généralement de plus grande dimension que celles du Mésolithique, bien que l'auteur souligne que la différence entre les deux groupes soit légère¹². Concernant la mandibule, le diamètre buccolingual de la majorité des dents montre une réduction allant de 1 à 3 %, alors que celui de la canine montre la plus grande réduction (5 %). Des dimensions sont rapportées constantes (diamètre mésiodistal de la LM1 et diamètre buccolingual de la LM2) tandis que d'autres montrent une augmentation de 1 % (diamètres buccolinguaux de la LP4 et la LM1). Concernant le maxillaire, une réduction similaire est observée entre le Paléolithique supérieur et le Mésolithique : les diamètres mésiodistal et buccolingual diminuent en général de 1 à 4 %, et l'incisive latérale supérieure montre une réduction plus marquée de 5 %. Ainsi, Frayer (1978) constate une tendance marquée à la réduction différentielle de la taille des dents, continuant jusqu'à la fin du Mésolithique avec une réduction des dents antérieures plus prononcée que sur la mandibule. Aussi une diminution de la variation des dimensions des couronnes dentaires est notée entre le début à la fin du Paléolithique supérieur et le Mésolithique.

En prenant en compte les divisions chronoculturelles de l'échantillon (Châtelperronien, Aurignacien, Gravettien, Magdalénien, Mésolithique ancien et Mésolithique récent), Frayer (1978) observe la plus forte diminution dans la taille des dents entre le début (Châtelperronien-Aurignacien¹³) et la fin du Paléolithique supérieur (Gravettien-Magdalénien¹⁴), alors que des changements plus mineurs se seraient opérés de la fin du Paléolithique supérieur au Mésolithique. La dichotomie entre le Châtelperronien et l'Aurignacien d'une part, et le Gravettien et le Magdalénien d'autre part, serait corrélée avec les changements plus marqués dans les systèmes technologiques et culturels à partir du Gravettien. Ainsi, le Paléolithique supérieur serait à la fois la période des plus grands changements technoculturels et de la réduction dentaire la plus importante (Frayer 1978).

¹² « *Upper Paleolithic dimensions are generally larger, but the amount of difference between the two groups is slight.* » Frayer (1978) : 48.

¹³ Regroupés en « Early Upper Paleolithic » dans Frayer (1978).

¹⁴ Regroupés en « Late Upper Paleolithic » dans Frayer (1978).

Malgré la diversité chronologique et géographique du Paléolithique supérieur en Europe, Frayer (1977, 1978) s'appuie sur le fait que la période de la fin du Paléolithique supérieur est à la fois celle des plus grands changements technoculturels et de la réduction dentaire la plus marquée pour avancer une caractérisation globale de ces populations.

Cependant, étant donné les échantillons analysés par Frayer en 1978, une révision des attributions chronologiques et culturelles des vestiges dentaires est apparue nécessaire **(TABLEAU 2.1)** afin de réévaluer les résultats. Aussi, une région géographique moins large a été sélectionnée et limitée aux spécimens français. Grâce aux données nouvelles et à la révision des contextes chronoculturels des sites archéologiques, des datations directes des vestiges humains et/ou des nouvelles découvertes, un nombre moins conséquent de vestiges ont été retenus **(TABLEAU 2.1)**. Après révision des attributions chronologiques des spécimens issus de l'étude de Frayer (1978) et en recentrant géographiquement et chronologiquement l'échantillon, les résultats des changements dentaires entre le début du Paléolithique supérieur et la fin du Mésolithique peuvent être nuancés **(FIGURE 2.3)**. Si comme dans la publication de Frayer (1978), la différence majeure est trouvée entre les populations du début du Paléolithique et celles de la fin du Paléolithique, il y a majoritairement une augmentation des dimensions dentaires entre la fin du Paléolithique supérieur et le Mésolithique, au lieu d'une réduction comme conclu par Frayer (1978). En particulier, les différences sont importantes pour les dents supérieures, notamment les dents postérieures pour lesquelles les vestiges humains du début du Paléolithique supérieur présentent des dimensions beaucoup plus importantes que ceux des vestiges plus récents, à la fois pour les diamètres mésiodistal et buccolingual.

Concernant les différences entre la fin du Paléolithique supérieur et le Mésolithique, une augmentation plus marquée pour le diamètre mésiodistal des dents antérieures est observée sur le maxillaire, alors que les dents postérieures montrent une augmentation plus importante pour le diamètre buccolingual, à la fois sur le maxillaire et sur la mandibule **(FIGURE 2.3)**. Dans l'ensemble, les dents des individus des Premier et Second Mésolithiques possèdent des dimensions plus grandes que les dents des individus de la fin du Paléolithique supérieur. En revanche, au sein des deux divisions du Mésolithique, les dents montrent entre elles des différences moins importantes. Néanmoins, le diamètre buccolingual réduit dans l'ensemble entre les dents des individus du Premier Mésolithique et du second Mésolithique. Il faut cependant noter que l'effectif des dents mésolithiques est largement dominé par des individus du Mésolithique final breton des sites de Téviec et Hoëdic.

Tableau 2.1. Révision des attributions culturelles des spécimens français de l'échantillon de Frayer (1978).

Site	Spécimen	Attribution culturelle des vestiges humains	
		dans Frayer (1978)	après révision
Aurensan	900	Magdalénien supérieur	postpaléolithique* (Henry-Gambier, communication personnelle (com. pers.))
Bédeilhac	2	Magdalénien final	Magdalénien supérieur ou final* (Henry-Gambier, com. pers.)
Brassempouy	2	Magdalénien	inconnu (Henry-Gambier <i>et al.</i> 2004)
Bruniquel Lafaye	LF24	Magdalénien	Magdalénien moyen (Gambier <i>et al.</i> 2000)
Bruniquel Les Forges	536, 537, 538, 540	Magdalénien	Paléolithique supérieur* (Henry-Gambier, com. pers.)
Cap Blanc	1	Magdalénien III	Magdalénien moyen (Bourdier <i>et al.</i> 2014)
Castel Merle (Abri Castanet)	1	Aurignacien	Aurignacien (Gambier 1992b)
Castel Merle (Abri Blanchard)	1	Aurignacien moyen	Aurignacien récent (Tartar <i>et al.</i> 2014)
Castel Merle (Abri Labatut)	1	Aurignacien supérieur	Solutréen ? (Henry-Gambier, com. pers.)
Cheix	1	Azilien	Néolithique ancien (Surmely <i>et al.</i> 2000)
Combe-Capelle	1	Paléolithique supérieur ancien	Premier Mésolithique (Hoffmann <i>et al.</i> 2011)
Cro-Magnon	2, 4257, 4258	Aurignacien	Gravettien (Gambier <i>et al.</i> 2006)
Culoz	2	Mésolithique final	Premier Mésolithique (Evin et Pachiaudi 1979)
Duruthy	3	Azilien	Magdalénien moyen ou supérieur* (Henry-Gambier 2006)
Farincourt	1	Magdalénien supérieur	Magdalénien final* (Henry-Gambier, com. pers.)
Fontéchevade	1	Aurignacien	Aurignacien* (Henry-Gambier 2010)
Fourneau du Diable	2	Solutréen	Solutréen (Gambier 1992b)
Gramat	1	Tardenoisien	Second Mésolithique (Valdeyron, com. pers.)
Hoëdic	1 à 10	Mésolithique moyen/final	Second Mésolithique (Schulting et Richards 2001 ; Marchand <i>et al.</i> 2009)
Isturitz	3, 4, 9, 71, 72	Aurignacien, Solutréen, Magdalénien	Magdalénien moyen (Henry-Gambier <i>et al.</i> 2013a)
Lachaud	3, 5, 900	Magdalénien inférieur	Magdalénien inférieur (Gambier 1992a)
Laugerie-Basse	901 à 913	Magdalénien	Haut Moyen-Âge (Gambier <i>et al.</i> 2000)

(suite page suivante)

(suite)	Spécimen	Attribution culturelle des vestiges humains	
		dans Frayer (1978)	après révision
Lussac-les-Châteaux (= La Marche)	2, 6	Magdalénien final	Magdalénien moyen (Henry-Gambier, com. pers.)
La Madeleine	LM1	Magdalénien	Magdalénien supérieur* (Henry-Gambier, com. pers.)
La Madeleine	LM4	Magdalénien	Azilien (Gambier <i>et al.</i> 2000)
Le Morin	2, 900	Magdalénien	Magdalénien supérieur (Henry-Gambier, com. pers.)
Le Peyrat	1 à 4	Magdalénien V ou VI	Magdalénien supérieur* (Meiklejohn <i>et al.</i> 2010)
Le Peyrat	5	Azilien	Azilien (Drucker 2001)
Le Placard	4	Solutréen/Magdalénien	Magdalénien moyen (Henry-Gambier, com. pers.)
Le Rastel	1	Mésolithique final	Néolithique moyen (Le Bras-Goude <i>et al.</i> 2006b)
Les Rois	2 à 31	Aurignacien	Aurignacien (Henry-Gambier 2010)
Mas d'Azil	900, 901	Azilien	Magdalénien supérieur* (Gambier 1992a)
Pataud	1, 3	ProtoMagdalénien	Gravettien final (Henry-Gambier <i>et al.</i> 2013b)
La Pique	1	Magdalénien final	postpaléolithique (Gambier et Lenoir 1991)
Poeymaü (Arudy)	2	post-Azilien	Premier Mésolithique (Livache <i>et al.</i> 1984)
Roc de Cave	1	Azilien/Mésolithique ancien	Azilien (Bresson 2000)
Roc de Sers	2, 3	Magdalénien ancien	Âge du Bronze (Henry-Gambier 2010)
Rochereil	1	Mésolithique ancien	Azilien (Mafart <i>et al.</i> 2007)
La Rochette	3, 4, 5	Aurignacien	Haut Moyen-Âge (Gambier <i>et al.</i> 2000)
Saint-Germain-la-Rivière	4	Magdalénien III	Magdalénien moyen (Gambier <i>et al.</i> 2000)
Saint-Rabier	1	Mésolithique ancien (Sauveterrien)	Mésolithique* (Meiklejohn <i>et al.</i> 2010)
Saint-Vincent	1	Magdalénien III	Magdalénien supérieur* (Bouvier 1971)
Téviec	1 à 16	Mésolithique ancien	Second Mésolithique (Schulting et Richards 2001 ; Marchand <i>et al.</i> 2009)
Veyrier	3	Magdalénien	Néolithique moyen (Stahl-Gretsch 2005)

* Attribution possible, mais non démontrée.

Seuls les spécimens en gras sont retenus pour la réévaluation.

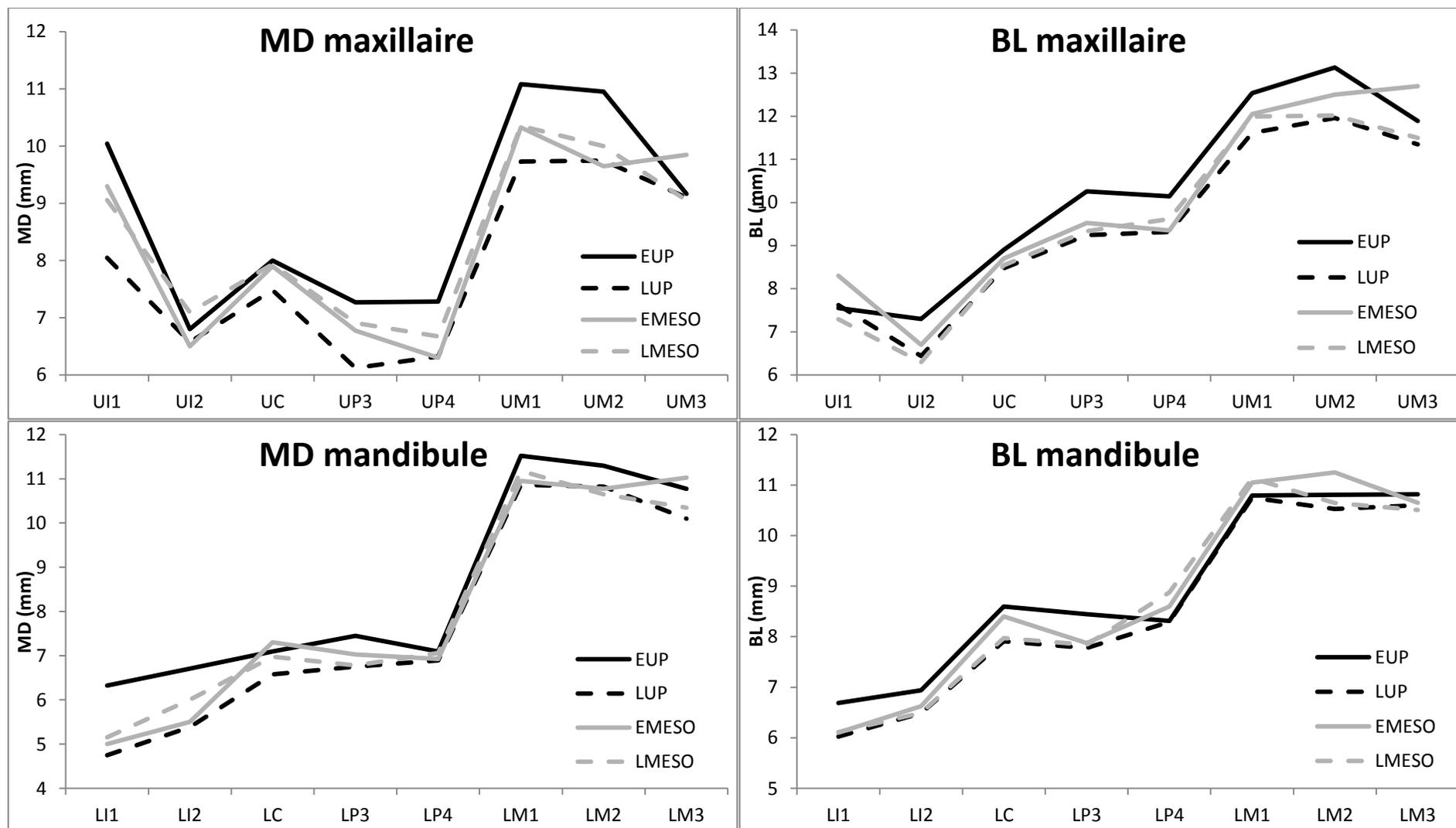


Figure 2.3. Diamètres mésiodistaux (MD) et buccolinguaux (BL) du maxillaire (en haut) et de la mandibule (en bas) pour les vestiges humains français échantillonnés par Frayer (1978), après révision des attributions chronologiques des spécimens datés du début du Paléolithique supérieur (EUP, *Early Upper Palaeolithic*), de la fin du Paléolithique supérieur (LUP, *Late Upper Palaeolithic*), du Premier Mésolithique (EMESO, *Early Mesolithic*) et du Second Mésolithique (LMESO, *Late Mesolithic*).

2.2. Mécanismes de la réduction dentaire : les principaux modèles

Entre les années 60 et 90, plusieurs modèles ont été proposés pour expliquer la réduction des dimensions dentaires, documentée dans plusieurs populations humaines à travers le monde (CF. SECTION 2.1.1). Les auteurs de ces modèles soulignent tous le rôle des processus microévolutifs, mais il n'y a pas de consensus sur les facteurs responsables de ce phénomène. Ces modèles, basés sur l'évolution des dimensions externes des couronnes dentaires, sont toujours débattus actuellement.

2.2.1. Mutation probable (PME) – *Probable Mutation Effect*, Brace (1963)

Le modèle PME suggère que la réduction dentaire postpléistocène serait le résultat de changements de pression de sélection suite à des modifications écologiques ou culturelles. Les structures biologiques qui ne sont plus fonctionnelles présentent un relâchement des pressions de sélection, permettant une accumulation de mutations aléatoires qui aurait pour résultat la réduction de taille ou la perte des structures concernées. Brace (1963) précise que : « *En l'absence de facteurs sélectifs, les mutations aléatoires vont produire une réduction progressive des traits phénotypiques correspondants. Bien que la mutation soit aléatoire, l'effet probable est directionnel, c'est-à-dire non aléatoire*¹⁵. »

Après la fin du Pléistocène, le développement et l'utilisation d'outils spécifiques (poterie) et la modification des techniques de préparation alimentaire (cuisson) auraient diminué la valeur adaptative des dents larges et bien développées (Brace et Mahler 1971 ; Brace *et al.* 1987). Par la transformation d'aliments durs en une consistance tendre, les dents ne seraient plus autant nécessaires à la survie. Les mutations aléatoires qui affectent la dentition ne seraient pas désavantageuses, et auraient pour conséquence biologique la réduction de ces structures. L'auteur s'appuie notamment sur le fait que la réduction des dents des Hommes modernes depuis la fin du Pléistocène, tant en taille qu'en complexité morphologique, s'est produite plus rapidement dans les zones où la culture a changé plus vite (Brace et Mahler 1971).

2.2.2. Budget somatique (SBE) – *Somatic Budget Effect*, Jolly (1970)

Basé sur une analogie avec les babouins, le modèle SBE suggère que la réduction dentaire serait le résultat des besoins pour l'organisme de conserver son énergie ontogénétique et métabolique pour des organes et des tissus nécessaires à la survie.

Au cours de l'évolution des hominidés, la réduction dentaire aurait permis de s'adapter aux modifications fonctionnelles et environnementales. L'augmentation du ratio viande/végétal

¹⁵ « *In the absence of selective factors, random mutation will produce progressive reduction of the corresponding phenotypic features. Although mutation is random, the probable effect is directional, that is, non-random.* » Brace (1963) : 41.

depuis une alimentation essentiellement granivore aurait imposé de nouvelles contraintes fonctionnelles. Dans ce contexte, les dents larges sont considérées comme des structures morphologiques dont la fonctionnalité serait réduite et dont le maintien demanderait de l'énergie. La réponse adaptative serait alors une réduction de dimensions des dents antérieures (**FIGURE 2.4**). Cette tendance observée au cours de l'évolution des hominidés se serait également produite en réponse aux modifications environnementales, avec notamment une réduction des dents postérieures lors de l'adaptation au régime alimentaire et au mode de vie des chasseurs-cueilleurs (**FIGURE 2.4**). La sélection aurait favorisé les individus n'allouant pas d'énergie à des structures non nécessaires. Ainsi, les individus avec des dents plus petites, moins coûteuses en énergie, auraient été avantagés grâce à l'énergie économisée et transférée pour le développement des organes nécessaires à la survie.

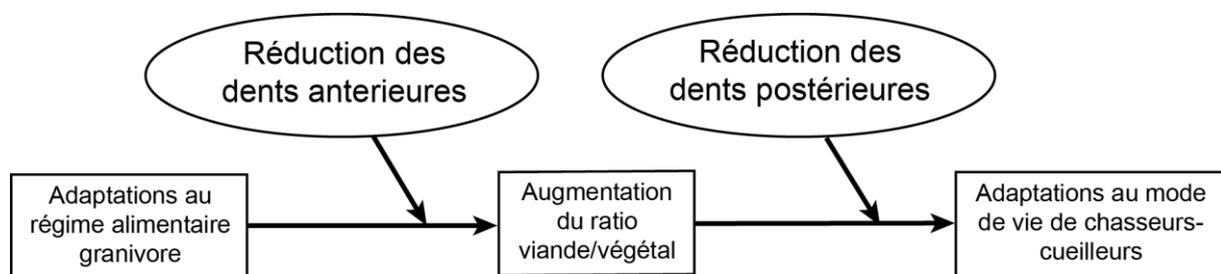


Figure 2.4. Modifications énergétiques et nutritionnelles impliquées dans l'évolution des dimensions dentaires selon le modèle SBE. Modifié d'après Jolly (1970).

2.2.3. Interaction compensatoire (CI) – *Compensatory Interaction*, Sofaer *et al.* (1971b)

Selon le modèle CI, la réduction dentaire est expliquée d'un point de vue développemental et considérée comme un processus secondaire à la réduction de dimension des arcades dentaires. Au sein de chaque classe dentaire, les dents les plus affectées par la réduction des dimensions sont les dents postérieures, *i.e.* les I2, les P4 et les M3 qui se développent plus tardivement et qui présentent une variabilité phénotypique plus importante dans les populations actuelles (**CF. SECTION 1.2**). D'après Sofaer *et al.* (1971), une interaction compensatoire se serait produite entre les dents au développement précoce et celles au développement tardif. Sous des pressions de sélection constantes, il y aurait eu une compétition entre les germes dentaires pour l'espace nécessaire à leur croissance, avec pour résultat une réduction différentielle entre les types de dents (**FIGURE 2.5**). En d'autres termes, plus le développement de la dent est tardif, plus sa réduction est importante.

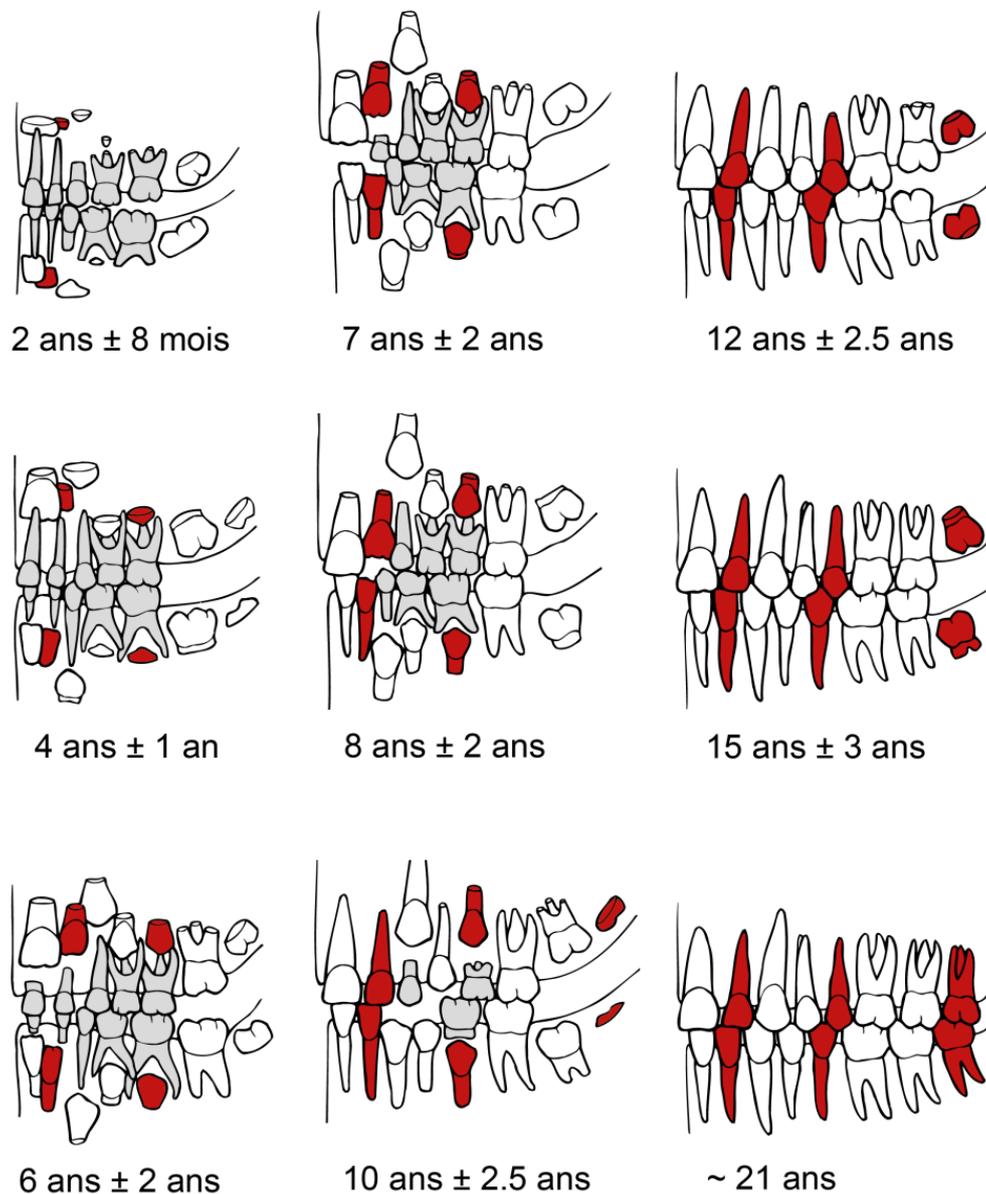


Figure 2.5. Dents permanentes les plus affectées par la réduction des dimensions dentaires (en rouge) selon le modèle CI. Illustration modifiée d'après Ubelaker (1989). En gris : dents déciduales.

2.2.4. Compromis sélectif (SCE) – *Selective Compromise Effect*, Calcagno (1986)

D'après le modèle évolutif SCE basé sur la relation entre la morphométrie des dents et leur susceptibilité aux maladies, la réduction dentaire serait une réponse adaptative réalisant un compromis entre la nécessité d'une dent résistante à l'usure occlusale et résistante aux maladies parodontales.

Une grande couronne dentaire avec une morphologie complexe de la surface occlusale est plus susceptible au développement des caries d'après Calcagno (1986), mais est également plus résistante à l'usure lors de la mastication d'aliments durs et abrasifs (**TABLEAU 2.2**). Lors de la transition vers la sédentarité, la prévalence des caries et des maladies parodontales aurait

augmenté, mais l'usure dentaire se serait réduite grâce à la cuisson des aliments et aux nouvelles techniques de préparation alimentaire. Dans une population avec une alimentation moins dure et moins abrasive – mais également plus cariogénique – des dents de petite taille et de morphologie simplifiée seraient plus avantageuses. Ces dernières diminueraient la susceptibilité aux caries en raison de fosses et de fissures réduites permettant d'éviter de recevoir les débris alimentaires.

Tableau 2.2. Synthèse du compromis entre morphologie et taille des dents et résistance associées selon le modèle SCE.

taille	petite	petite	grande	grande
morphologie	simple	complexe	simple	complexe
résistance à l'usure occlusale	++	+++	+++	+++
résistance aux caries	+++	+	++	+
résistance aux maladies parodontales	+++	+	++	+

Selon Calcagno et Gibson (1988b, 1991), l'encombrement dentaire ¹⁶ est un facteur important en faveur d'une pression de sélection pour réduire la taille des dents, car il augmente le risque de malocclusion, de caries, d'infections et de pathologies parodontales.

2.2.5. Augmentation de la densité de population (IPDE) – *Increasing Population Density Effect*, Macchiarelli et Bondioli (1986a)

Le modèle IPDE suggère que la réduction dentaire postpléistocène pourrait être expliquée par différents facteurs inhérents aux changements de stratégie de subsistance et d'organisation sociale lors de la transition vers l'agriculture (**FIGURE 2.6**).

La sédentarité des groupes postpléistocènes et l'augmentation de la densité de peuplement auraient conduit à une baisse de la qualité du régime alimentaire, une dégradation des conditions d'hygiène et une augmentation de la prévalence des maladies (nutritionnelles et/ou infectieuses). Ces nouvelles conditions auraient induit une pression de sélection positive sur des individus avec des besoins métaboliques et nutritionnels réduits, ayant pour conséquence une réduction de la taille du corps. La réduction dentaire est vue ici comme un effet secondaire de la réduction généralisée de l'ensemble du corps.

¹⁶ L'encombrement dentaire « *dental overcrowding* » correspond au chevauchement des dents. Il est le résultat d'une disproportion entre la taille des dents et la taille des arcades, ces dernières étant trop petites par rapport à la taille des dents.

L'augmentation de la densité de population est indiquée dans le modèle IPDE comme étant le facteur biologique décisif de l'accélération de la tendance à la réduction. Selon Macchiarelli et Bondioli (1986a), les pressions de sélection agissant durant le Paléolithique supérieur pour maintenir des dents larges auraient eu seulement une faible influence. Quant aux nouvelles techniques de préparation alimentaire, elles auraient eu peu ou pas d'effets.

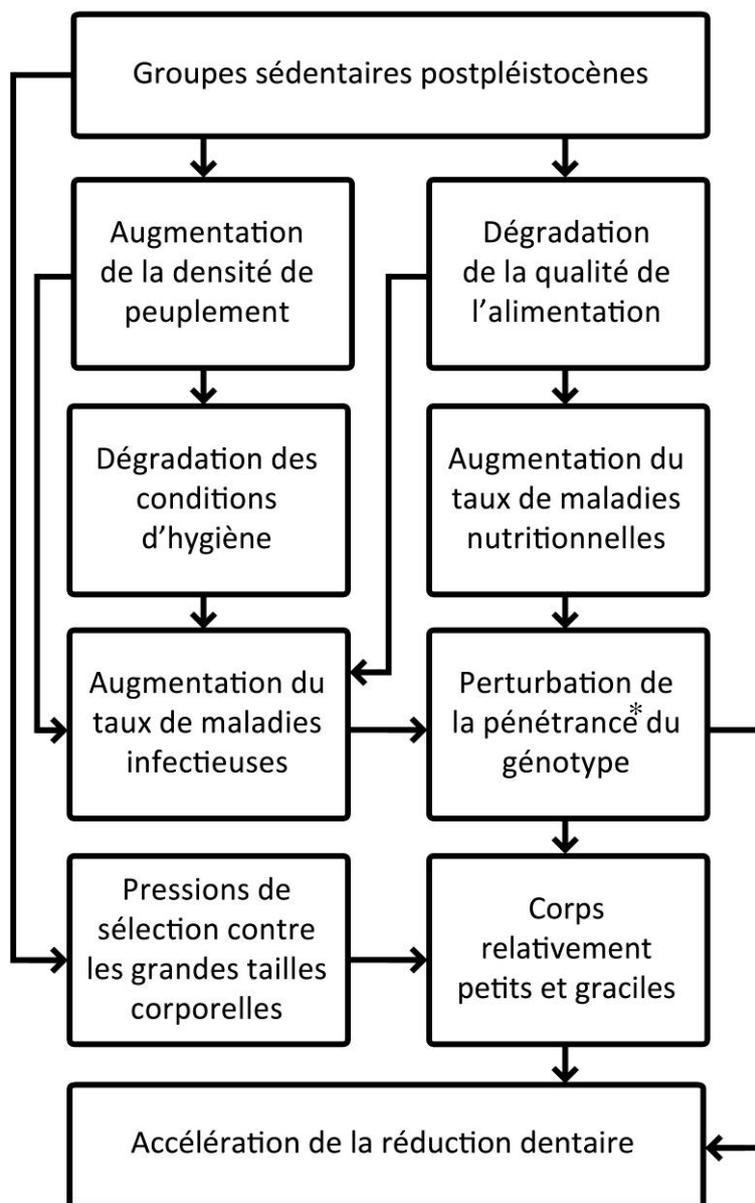


Figure 2.6. Principaux facteurs affectant les dimensions dentaires et leurs interactions possibles selon le modèle IPDE. Modifié d'après Macchiarelli et Bondioli (1986).

*Pénétrance = proportion d'un gène exprimé au niveau du phénotype.

2.2.6. Revue critique des modèles

Les mécanismes responsables de la réduction dentaire évoqués dans les modèles ci-dessus sont variés (**TABLEAU 2.3**) : accumulation de mutations aléatoires lors de relâchement de pressions de sélection, effet direct de la sélection naturelle sur des dents plus petites ou effet secondaire d'autres tendances... Ils sont toujours débattus et aucun d'entre eux n'est privilégié actuellement.

Ces modèles sont tous basés sur des relations de causes à effets et se confrontent au problème de la testabilité des causes évoquées (Calcagno et Gibson 1987, 1988a, b ; Pinhasi et Meiklejohn 2011). Leur inconvénient majeur est d'affirmer un phénomène universel alors que des variations locales et régionales ont été démontrées (*e.g.*, Pinhasi *et al.* 2006). Excepté pour le modèle CI, ils n'expliquent pas pourquoi la réduction dentaire observée est non uniforme entre les différentes classes de dents. Tous les modèles devraient pouvoir prendre en compte des évolutions différentielles avec, simultanément, certains types de dents qui peuvent montrer une réduction de taille, d'autres une augmentation ou bien aucun changement.

Tableau 2.3. Synthèse des principaux modèles de réduction dentaire

Modèle	Auteur(s)	Mécanisme microévolutif ¹⁷	Hypothèse	Réduction dentaire comme
PME	Brace	Mutation	Culturelle	Conséquence de la baisse de l'importance de la mastication
SBE	Jolly	Sélection naturelle	Énergétique	Non-maintien de l'énergie métabolique pour des structures non nécessaires
CI	Sofaer <i>et al.</i>	Sélection naturelle	Développementale	Effet secondaire de la réduction de dimension des arcades dentaires
SCE	Calcagno	Sélection naturelle	Pathologique	Compromis entre résistante à l'usure et résistance aux maladies
IPDE	Macchiarelli et Bondioli	Sélection naturelle	Démographique	Effet secondaire de la réduction généralisée de l'ensemble du corps

¹⁷ « D'un point de vue microévolutif, l'évolution est définie comme le changement de fréquence des allèles au cours du temps. Il y a quatre mécanismes qui causent les changements évolutifs, ils sont aussi connus comme étant des forces évolutives : **mutation** : changement aléatoire dans le code génétique, c'est la source ultime de toute nouvelle variation génétique (donc de nouveaux allèles) ; **sélection naturelle** : différences dans la survie et la reproduction des différents génotypes, entraînant les changements de fréquences des allèles ; **dérive génétique** : changement aléatoire dans la fréquence d'un allèle dû à l'effet d'échantillonnage (les fréquences des allèles de la génération des enfants ne sont pas susceptibles d'être les mêmes que ceux de la génération des parents) ; **flux de gène** : échange des pools génétiques provenant de différentes populations en fonction de la migration entre ces populations » Relethford (2010) : 75, traduction originale.

La critique principale évoquée contre le modèle PME est qu'un relâchement des forces de pression est insuffisant pour expliquer une réduction de taille des couronnes dentaires (Prout 1964 ; Bailit et Friedlaender 1966 ; Holloway 1966 ; Frayer 1978 ; Scott et Turner 1988 ; Christiensen 1998 ; Pinhasi *et al.* 2006). Dans le modèle PME, le caractère défectueux ou délétère des mutations responsables n'est pas évoqué, et la prédisposition aux infections dentaires n'est pas prise en compte (Calcagno et Gibson 1987 ; Pinhasi *et al.* 2006). Bien que l'apparition de la poterie semble coïncider avec une accélération de la réduction dentaire (Lukacs 1984), Macchiarelli et Bondioli (1986a) soulignent qu'il n'est pas évident de démontrer un lien de cause à effet et de conclure que les nouvelles techniques de préparation alimentaires ont joué un rôle décisif dans l'accélération de cette tendance.

Le modèle SBE se base sur des besoins énergétiques et métaboliques qu'il est possible de tester sur les populations actuelles, mais qui sont difficiles à transposer pour les populations passées. Par ailleurs, Jolly (1970) appuie sa théorie basée sur une analogie avec les babouins, sur des aspects de l'anatomie des hominidés, des régimes alimentaires, des comportements sociaux ainsi que des niches écologiques dont les interactions sont compliquées à évaluer (Kay 1981 ; Ungar 2007).

Concernant le modèle CI, l'hypothèse que l'espace disponible dans l'arcade dentaire aurait un impact direct sur l'initiation du développement des dents permanentes a été infirmée (Boughner et Dean 2004). En effet, cette hypothèse a été testée sur des babouins, des chimpanzés et des bonobos, et aucun retard de développement dentaire n'a pu être attribué à un manque de place au sein de l'arcade. Par ailleurs, Sofaer *et al.* (1971a) constatent une réduction plus marquée pour les dents postérieures de chaque classe dentaire. Or chez les mammifères, la réduction des prémolaires s'effectue depuis la partie mésiale des arcades (Hillson 2005).

Selon Calcagno et Gibson (1987, 1988a, 1991), l'augmentation des pathologies dentaires, l'encombrement des arcades, les changements de régime alimentaire, les variations de dimensions dentaires dans le temps et leur taux d'évolution sont des informations cliniques et squelettiques qui peuvent être obtenues dans les populations archéologiques et modernes, rendant le modèle SCE testable. Or, ce modèle implique des facteurs développementaux, épidémiologiques et pathologiques dont les interactions sont difficiles à contrôler. Brace *et al.* (1991) soulignent à propos des caries que « 90 % de la réduction et la simplification de la couronne se sont déjà produites avant que les caries atteignent un niveau qui pourrait

*compter comme une force sélective, mais les données n'existent tout simplement pas en quantité suffisante pour régler la question dans ce sens*¹⁸ ». Aussi, concernant la résistance à l'usure, l'épaisseur de l'émail est un facteur essentiel que les auteurs n'ont pas pris en compte. Bien que des relations entre la forme des dents, l'usure et l'épaisseur de l'émail aient pu être mises en évidence et reliées aux régimes alimentaires (*e.g.*, Jolly 1970 ; Molnar et Gantt 1977 ; Schwartz 2000a, b ; Lucas *et al.* 2008a, b ; Pampush *et al.* 2013), l'usure dentaire, causée à la fois par des activités masticatoires et non masticatoires, est le résultat d'interactions complexes entre l'individu et son environnement, (*e.g.*, Dahlberg 1960, 1963 ; Molnar 1971a, 1972 ; Molnar et Molnar 1990 ; Deter 2009).

Quant au modèle IPDE, les auteurs discutent uniquement des causes potentielles de l'accélération de la réduction dentaire pour des groupes sédentaires postpléistocènes. De fait, ces mécanismes n'expliquent pas les réductions dentaires déjà observées chez les chasseurs-cueilleurs nomades antérieurs à l'Holocène (Calcagno et Gibson 1988b ; Gibson et Calcagno 1989). Gibson et Calcagno (1989) suggèrent également une confusion entre les notions de corrélation et de causalité pour les phénomènes supposés responsables des changements dentaires. Enfin, l'hypothèse de la réduction dentaire induite par une diminution générale de la taille du corps a été infirmée. En effet, une réduction plus importante de la morphologie faciale a été démontrée par rapport à la réduction générale du corps (Armelagos *et al.* 1989). De plus, des décalages dans la réduction ont été montrés entre les dents plutôt qu'une diminution générale des dimensions de toutes les classes de dents (*e.g.*, yEdynak 1989).

Les éventuels facteurs responsables de la réduction des structures dentaires sont nombreux dans les modèles exposés, et leur impact est complexe à identifier. Les mutations et la sélection naturelle sont majoritairement évoquées en tant que processus microévolutif responsable. Cependant, d'autres phénomènes évolutifs ont été suggérés comme potentielle cause de la réduction dentaire. En effet, la dérive génétique et le flux de gènes pourraient également causer une réduction similaire sur les couronnes dentaires. Or, si la dérive génétique est discutée pour la réduction dentaire observée en Australie (Smith 1982), le potentiel impact des migrations et des remplacements de populations est peu ou pas évoqué, voire même considéré comme mineur (Le Blanc et Black 1974 ; Frayer 1978). Or, depuis la fin du Pléistocène, les témoignages de la mobilité des différents groupes humains sont nombreux, et mettent en évidence des voies de circulations, de contacts et d'échanges (*e.g.*,

¹⁸ « 90 percent of the reduction and crown simplification had already occurred before caries achieved a level that could count as a selective force, but data simply do not exist in sufficient quantities to settle the matter in either direction. » Brace *et al.* (1991) : 40.

Holt 2003 ; Demoule 2009 ; Brewster *et al.* 2014 ; Rigaud *et al.* 2015). Ainsi, de multiples causes sont envisageables pour expliquer ce phénomène de réduction des structures au cours de l'évolution (Prout 1964 ; Kieser 1990).

2.3. Synthèse sur la réduction dentaire

Au niveau dentaire, les modifications observées à la fin du Pléistocène et au début de l'Holocène sont aussi bien métriques que morphologiques. Sur la base d'observations et de mesures externes, une réduction de la taille des dimensions externes et une simplification de forme depuis le Pléistocène ont été mises en évidence par plusieurs auteurs et des liens avec les changements culturels et environnementaux ont été proposés. Cependant, la réduction des dimensions coronaires est non uniforme. Elle varie selon les types de dents, au sein des arcades et entre les arcades dentaires. Cette tendance commune au sein du genre *Homo* est spécialement marquée pour les Hommes modernes et semble connaître une accélération au début de l'Holocène. Aussi, la révision chronologique des données précédemment publiées montre que des variations différentes sont mises en évidence à l'échelle régionale. Les modèles théoriques développés sont insatisfaisants pour expliquer la réduction dentaire observée, révélant la nature complexe du phénomène et ses causes multiples. Comme le souligne Frayer (1984) : « *Démontrer le(s) mécanisme(s) évolutif(s) précis pour ces tendances générales et spécifiques se révèle plus difficiles que documenter la nature du changement*¹⁹. » Face aux variations locales et régionales observées (qui pourraient bien résulter du seul fait de la variabilité des dimensions dentaires), il est important de recentrer la question des changements dentaires sur des échelles géographique et chronologique réduites. Aussi, il est nécessaire de s'assurer de la fiabilité de l'attribution chronologique des spécimens étudiés, point qui peut totalement infirmer les tendances évolutives observées.

La caractérisation des variations de l'épaisseur de l'émail et des proportions des tissus dentaires peut apporter des éléments de réponse sur la complexité des modifications observées. En effet, l'épaisseur de l'émail a été liée aux aspects fonctionnels et biomécaniques de la mastication (*e.g.*, Molnar et Gantt 1977 ; Schwartz 2000b) et est un trait plastique qui peut évoluer rapidement en réponse aux changements alimentaires, à l'usure occlusale et à la cassure (*e.g.*, Hlusko *et al.* 2004b ; Pampush *et al.* 2013). De plus, la structure interne des dents permet d'accéder à un signal de nature ontogénétique et de mettre en évidence des

¹⁹ « *Demonstrating the precise evolutionary mechanism(s) for the general and specific trends proves more difficult than documenting the nature of the change.* » Frayer (1984) : 240.

différences liées au développement dentaire (Macchiarelli *et al.* 2006 ; Olejniczak *et al.* 2008a ; Smith *et al.* 2010 ; 2015).

Ainsi, appréhender les changements de la couronne dentaire dans son intégralité, *i.e.*, dans ses aspects interne et externe, apportera des éléments pertinents sur l'évolution biologique des populations humaines de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène, et sur l'impact potentiel des facteurs environnementaux et culturels.

3. Matériels

3. Matériels

3.1. Remarques préliminaires

Étant donné la rareté des vestiges humains mis au jour pour les périodes de la fin du Paléolithique, du Mésolithique et du début du Néolithique, le corpus d'étude ne représente pas la variabilité biologique réelle des populations de ces périodes. Comme dans toute étude paléoanthropologique, le faible effectif des vestiges humains représente un biais majeur. Outre le fait que les individus sont bien souvent incomplets, l'étude de certains vestiges est parfois compromise pour diverses raisons : disparition partielle ou totale des ossements après leur découverte (*e.g.*, Beg-er-Vil, Combe-Capelle, Tévéc), dispersion des individus dans plusieurs institutions (*e.g.*, Auneau, Tévéc), reconstitutions discutables (*e.g.*, Rochereil 3), etc. Cependant, les dents constituent un matériel d'étude privilégié : elles sont largement représentées dans le registre fossile, car c'est l'élément le plus minéralisé du corps humain (**CF. SECTION 1.1.4**), et leur structure interne préserve à un niveau très fin de nombreuses informations paléobiologiques (**SECTIONS 1.2 À 1.4**).

3.1.1. Contraintes d'échantillonnage

Jusqu'à récemment, une destruction partielle de la dent était inévitable pour accéder à la structure interne, explorer et mesurer les tissus, limitant donc fortement la taille des échantillons fossiles. Aussi, la majorité des individus étudiés ne préservent pas une denture complète, et les dents disponibles présentent bien souvent une usure occlusale importante, des lésions de surfaces, des fissures ou des cassures. Grâce aux méthodes d'imagerie 3D, des analyses non invasives de la structure interne sont possibles, facilitant l'étude de plus larges échantillons dentaires. Elles permettent des quantifications précises des proportions des tissus dentaires et apportent de nouveaux descripteurs de l'architecture interne tout en préservant l'intégrité de l'échantillon. L'approche virtuelle permet également de restituer des régions endommagées ou incomplètes et ainsi de reconstruire des échantillons usés ou fracturés.

Dans le présent travail, en raison des contraintes d'accès aux microtomographes, de coût et de temps d'acquisition ou encore de dimensions des lits d'acquisition (**CF. SECTION 4.4.1**), certains vestiges dentaires n'ont pu être échantillonnés pour l'analyse de leur structure interne. Les dents isolées et les fragments d'arcades ont été priorisés par rapport aux dents en place sur des mandibules complètes ou des crânes. Aussi, les vestiges avec un accès garanti ont été privilégiés du fait de la calibration du projet de recherche doctorale. Pour les raisons évoquées

et parce que le registre fossile humain est limité, toutes les classes de dents permanentes et déciduales (incisive, canine, prémolaire et molaire) ont été échantillonnées afin de constituer un corpus de dents intactes ou en bon état de conservation.

3.1.2. Attribution chronologique des vestiges humains

Une part importante des vestiges humains considérés dans ce travail ont été découverts à la fin du XIX^e et au début du XX^e siècle. Les positions stratigraphiques de ces vestiges sont parfois insuffisamment documentées, rendant incertaines les attributions chronoculturelles de ces vestiges. Dans la plupart des cas, une révision des contextes chronologiques et stratigraphiques serait nécessaire par reprise de la documentation de fouille et/ou reprise des fouilles elles-mêmes, et/ou par datation radiocarbone directe des vestiges humains.

L'ancienneté de fossiles présumés du Paléolithique supérieur ou du Mésolithique a été remise en question par les résultats de la datation radiocarbone de ces vestiges. Par exemple, les individus de Veyrier interprétés contemporains du Magdalénien lors de leur découverte ont récemment été datés de l'Épipaléolithique, du Néolithique moyen et de l'Âge du Bronze (Stahl-Gretsch 2005) ; l'individu du Rastel, considéré auparavant comme mésolithique (Barral et Primard 1962), a été attribué au début du Néolithique moyen suite à sa datation radiocarbone (Le Bras-Goude *et al.* 2006b) ; l'individu de la Baume de Montclus, attribué jusqu'alors au Mésolithique, a été rattaché au Néolithique ancien (Perrin *et al.* 2009) ; considéré comme aurignacien (Klaatsch et Hauser 1910), l'homme de Combe-Capelle a été daté du Mésolithique (Hoffmann *et al.* 2011). Aussi, des datations directes de restes humains présumés préhistoriques ont révélé qu'il s'agissait en fait d'intrusions médiévales, par exemple à Laugerie-Basse (Gambier *et al.* 2000) et au Peyrat (Drucker 2001). À l'inverse, des datations radiocarbone ont vieilli des ensembles considérés plus récents : les restes humains de Germignac, proposés du Néolithique moyen (Gaillard *et al.* 1984), ont été attribués au Néolithique ancien (Laporte et Gomez de Soto 2001) ; la sépulture collective de l'aven des Bréguières, initialement considérée comme Néolithique final, est datée de la transition Néolithique ancien et moyen (Provost *et al.* 2014) ; ou encore plus récemment, l'individu encore en place de l'abri du squelette à Laugerie-Haute, d'abord attribué au Magdalénien lors de sa découverte puis considéré finalement comme néolithique, est en fait un individu mésolithique (Chadelle et Henry-Gambier 2015). Ces quelques exemples montrent qu'il est donc impératif de contrôler la qualité de l'attribution chronologique des vestiges et d'exclure ceux pour lesquels l'attribution chronologique n'est pas confirmée par des datations radiométriques et/ou des données archéologiques fiables.

Dans le présent travail, la fiabilité de l'attribution chronologique des vestiges humains étudiés a été catégorisée, et les niveaux de contrôle suivants ont été définis :

- Niveau A : Datation radiocarbone sur os humains
- Niveau B : Datation radiocarbone de vestiges directement associés aux restes humains
- Niveau C : Datation radiocarbone du niveau stratigraphique
- Niveau D : Association culturelle fiable²⁰
- Niveau E : Attribution possible, mais non démontrée
- Niveau F : Attribution très incertaine

Seuls les vestiges humains répondant aux critères des niveaux A à D ont été considérés.

3.1.3. Détermination du sexe

La détermination du sexe d'un individu repose sur l'existence d'un dimorphisme sexuel somatique au sein de la population. Les caractères dimorphiques s'acquièrent sous l'influence des hormones, et le dimorphisme sexuel à partir de l'examen phénotypique du squelette n'est significatif qu'après la puberté (Bruzek *et al.* 2005). Ainsi, le sexe n'est déterminable que sur les adultes. En raison des contraintes liées à la locomotion et la parturition, le bassin osseux est l'élément le plus discriminant et le plus fiable pour la diagnose sexuelle.

Dans cette étude, le sexe des individus n'a été retenu que lorsqu'il avait été obtenu à partir de l'os coxal, notamment par la méthode morphoscopique (Bruzek 2002) ou la méthode morphométrique (Murail *et al.* 2005). Toutefois, la détermination du sexe à partir du crâne a également été indiquée ; la méthode de détermination du sexe étant systématiquement renseignée par la mention « os coxal » ou « crâne », suivie de la référence de la publication.

Aussi, dans certains cas, le sexe est indéterminable, car les vestiges dentaires analysés ne sont pas associés à d'autres restes osseux.

3.1.4. Estimation de l'âge au décès

L'estimation de l'âge au décès des individus à partir des restes dentaires et osseux permet d'obtenir l'âge biologique de l'individu (maturation puis sénescence du squelette). Si une corrélation existe entre âge biologique et âge chronologique (état civil), des différences ont été mises en évidence entre ces deux paramètres (*e.g.*, Saunders *et al.* 1993). Compte tenu de la forte composante héréditaire de l'odontogenèse (*e.g.*, Jernvall et Jung 2000 ; Hlusko *et al.* 2004b) et de la sensibilité moindre des dents aux influences environnementales (CF. **SECTION 1.2**), les méthodes d'estimation basées sur la maturation dentaire sont considérées comme les plus fiables et les mieux corrélées à l'âge chronologique. À partir de la

²⁰ D'après les données archéologiques, le contexte chronoculturel, et/ou la position stratigraphique des vestiges.

macrostructure dentaire, l'âge biologique estimé peut différer de l'âge civil en raison de l'utilisation d'un référentiel de populations actuelles, dont l'âge biologique n'est probablement pas identique à celui des populations du Paléolithique au Néolithique. L'analyse de la microstructure dentaire, quant à elle, permet d'obtenir l'âge exact au décès de l'individu (*e.g.*, Dean 2010). Même si les rythmes de croissance et de développement des *Homo sapiens* fossiles sont proches de ceux des Hommes actuels (*e.g.*, Smith *et al.* 2010), il existe des variations en fonction des modifications écologiques et culturelles, les transformations des sociétés, mais leurs liens ne sont pas connus.

Pour les besoins de la présente étude, seul l'âge dentaire macrostructural des individus non adultes a été estimé selon la méthode de Moorrees *et al.* (1963a, b). Les âges au décès issus des données de la littérature ont été obtenus à partir de plusieurs méthodes, dont celle de Moorrees *et al.* (1963a, b) pour les individus immatures et celle de Schmitt (2005) pour les individus adultes.

3.2. Constitution de l'échantillon

3.2.1. Inventaire des sites avec vestiges humains

Afin de constituer le corpus d'analyse, un inventaire bibliographique des sites français ayant livré des vestiges humains datés du Magdalénien supérieur au Néolithique ancien a été réalisé à partir des catalogues disponibles (Vallois et Movius 1953 ; Oakley *et al.* 1971 ; Newell *et al.* 1979 ; Gambier et Houët 1993) et de divers travaux (*e.g.*, Bouvier 1971 ; Verdène 1975 ; Frayer 1978 ; Gambier et Lenoir 1991 ; Henry-Gambier 2010 ; Meiklejohn *et al.* 2010). Vu le faible effectif recensé pour la période initialement considérée, la séquence chronologique a été élargie aux restes humains datés du Magdalénien moyen et du Néolithique moyen.

Lors de cet inventaire, des informations propres aux sites archéologiques (localisation, découverte, type, chronologie d'occupation, etc.) ont été rapportées, aussi bien que les données sur les vestiges humains eux-mêmes (contexte de la découverte, nombre minimum d'individus, âge, sexe, datation, etc.). Le détail des informations renseignées pour chaque site est précisé dans l'**ANNEXE 2**.

Au total, 140 localités ont été inventoriées (**FIGURE 3.1 & TABLEAU 3.1**). 55 sites concernent des vestiges humains datés de la fin du Paléolithique, 37 pour le Mésolithique et également 37 sites pour le début du Néolithique (**FIGURE 3.1**). À cela s'ajoute 11 sites ayant livré des vestiges humains datés de deux périodes : cinq sites avec à la fois des individus datés du

Paléolithique et du Mésolithique, cinq pour le Mésolithique et le Néolithique, et un seul site pour le Paléolithique et le Néolithique. Les dents humaines datées de la fin du Paléolithique sont majoritairement concentrées dans le sud-ouest de la France ; celles du début du Néolithique se situent essentiellement dans l'est de la France, et particulièrement le sud-est (**FIGURE 3.1**). Aussi, deux concentrations de sites ayant livrés des restes humains sont relevées : la première, dans le Bassin parisien, concerne le Mésolithique, et la seconde, toutes périodes confondues, se situe au nord de l'Aquitaine (**FIGURE 3.1**).

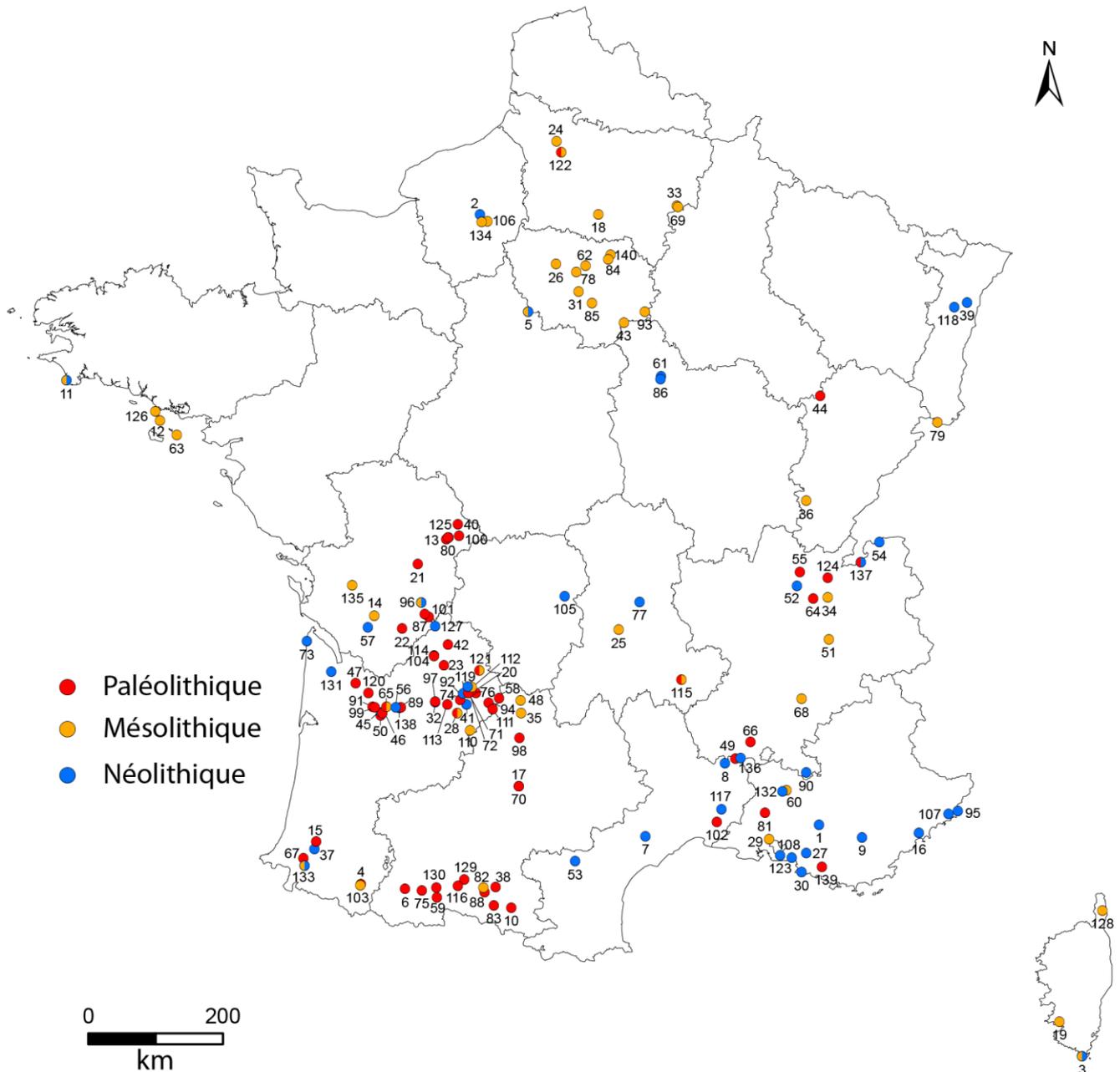


Figure 3.1. Carte de répartition des sites inventoriés ayant livré des restes humains datés de la fin du Paléolithique, du Mésolithique et du début du Néolithique. La légende des numéros de site est indiquée dans le Tableau 3.1.

Tableau 3.1. Liste des sites inventoriés.

N°	Site	N°	Site
1	Adaouste (Grotte de l')	46	Faustin (Abri)
2	Alizay (Le Port-au-Chanvre)	47	Fées (Grotte des)
3	Araguina-Sennola	48	Fieux (Les)
4	Arudy (Espélugue d'Izeste)	49	Figuier (Le)
5	Auneau (Le Parc du Château)	50	Fontarnaud
6	Aurensan	51	Fru (Abri de la)
7	Baume Bourbon (La)	52	Gardon (Grotte du)
8	Baume de Montclus (La)	53	Gazel (Grotte)
9	Baume Fonbrégoua (La)	54	Genevray
10	Bédeilhac (Galerie Vidal)	55	Genière (La)
11	Beg-an-Dorchenn	56	Gensac
12	Beg-er-Vil	57	Germignac (Le Bois du Bourg)
13	Bois Ragot	58	Goulet (Le)
14	Bourg-Charente	59	Gourdan
15	Bourouilla (Grotte du)	60	Gramari
16	Bréguières (Aven des)	61	Gurgy (Les Noisats)
17	Bruniquel Les Forges	62	Haute-Île (La)
18	Buisson Campin (Le)	63	Hoëdic
19	Campu Stefanu	64	Hoteaux (Les)
20	Cap-Blanc	65	Houleau
21	Chaffaud (Grotte du Puits)	66	Iboussières (Aven des)
22	Chaire-à-Calvin (La)	67	Isturitz
23	Chancelade	68	Joëlle (Grotte)
24	Chaussée-Tirancourt (Le Petit Marais de la)	69	Jombras (Les)
25	Cheix (Le)	70	Lafaye (Abri)
26	Closeaux (Les)	71	Laugerie-Basse
27	Col Saint-Anne	72	Laugerie-Haute (Abri du squelette)
28	Combe-Capelle	73	Lède du Gurg (La)
29	Cornille (Abri)	74	Limeuil (Gisement Belanger)
30	Cortiou (Abri)	75	Lortet
31	Coudray (Les)	76	Madeleine (La)
32	Creysse (Le)	77	Madeleine (Pont-du-Château)
33	Cuiry-les-Chaudardes	78	Maisons-Alfort (ZAC d'Alfort)
34	Culoz sous Balme	79	Mannlefelden I (Abri du)
35	Cuzoul de Gramat	80	Marche (La)
36	Daupharde	81	Martin (Abri)
37	Duruthy	82	Mas d'Azil
38	Enlène	83	Massat (Lirbat)
39	Entzheim	84	Meaux (Liaison Hôpital Nord)
40	Ermitage (L')	85	Melun (Quai Voltaire)
41	Eybral (Grotte d')	86	Monéteau (Macherin)
42	Fadets (Les)	87	Montgaudier
43	Falaises de Prépoux (Les)	88	Montpezat (Grotte de la Tourasse)
44	Farincourt	89	Morin (Le)
45	Fauroux	90	Moulin de Barret (Le)

(suite page suivante)

N°	Site	N°	Site
91	Moulin Neuf	116	Roque de Montespan (La)
92	Mykolas (Grotte)	117	Roussillone Sud (La)
93	Noyen-sur-Seine	118	Rosheim
94	Pech de la Boissière	119	Rouffignac
95	Pendimoun	120	Saint-Germain-La-Rivière
96	Perrats (Grotte des)	121	Saint-Rabier - Grotte du Peyrat
97	Peyrazet	122	Saleux (Les Baquets)
98	Peyrugues (Les)	123	Sicard (Grotte)
99	Pique (La)	124	Sous-Sac
100	Piscine (La)	125	Taillis-des-Coteaux (Le)
101	Placard (Le)	126	Téviac
102	Plaisir (Le)	127	Teyjat (Trou-de-Gourjout)
103	Poeymaü	128	Torre d'Aquila 2
104	Pont d'Ambon	129	Trou Violet (Grotte du)
105	Pontcharraud	130	Troubat (Grotte du Moulin)
106	Porte Joie	131	Tumulus des sables
107	Rastel (Le)	132	Unang
108	Riaux I	133	Unikoté
109	Richard (Grotte)	134	Varennes (Les)
110	Roc Allan	135	Vergne (La Grande Pièce)
111	Roc de Cave	136	Vessigné (Abri de La)
112	Roc du Barbeau	137	Veyrier
113	Roche de Birol (La)	138	Vidon (abri)
114	Rochereil	139	Vigneaux (Cuges)
115	Rond-du-Barry	140	Vignolles (Les)

Les nombres minimums d'individus (NMI) inventoriés sont 171, 148 et 587, respectivement pour la fin du Paléolithique, le Mésolithique et le début du Néolithique (**FIGURE 3.2**). Cependant, au Paléolithique, peu d'individus sont présents par site et les vestiges humains représentent rarement un individu complet. Au Mésolithique, l'effectif par site est légèrement supérieur, avec jusqu'à 23 individus sur un même site. Enfin, les NMI sont les plus conséquents (maximum de 131) pour le début du Néolithique.

Dans le présent travail, les vestiges humains provenant de 45 sites ont été exclus d'emblée des analyses car leur attribution chronologique et culturelle ne répondait pas aux critères de fiabilité fixés, *i.e* les niveaux E (attribution possible mais non démontrée) et F (attribution incertaine) ont été exclus (**FIGURE 3.3**). L'attribution chronologique des vestiges humains de 95 sites est fiable, et confirmée par des datations radiocarbone pour 74 sites : sur os humains pour 55 sites (**A, FIGURE 3.3**), sur des vestiges associés aux restes humains pour dix sites (**B, FIGURE 3.3**), et sur le niveau stratigraphique pour neuf sites (**C, FIGURE 3.3**). Enfin, les vestiges humains de 21 sites présentent une association culturelle fiable (**D, FIGURE 3.3**).

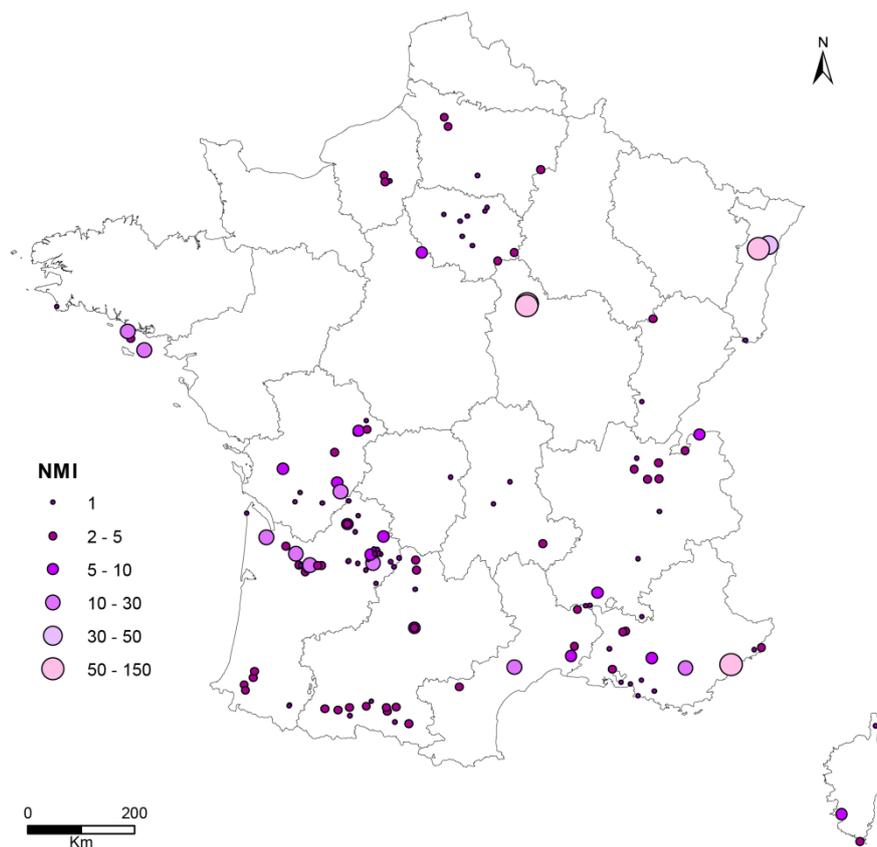


Figure 3.2. Nombre minimal d'individus (NMI) recensés par site.

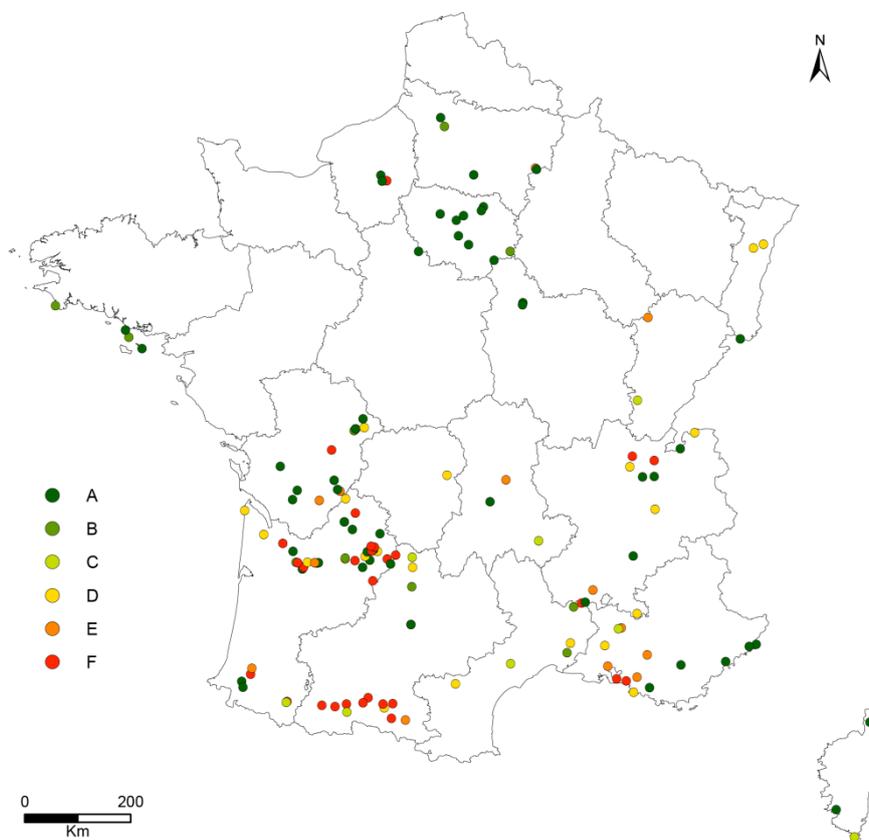


Figure 3.3. Fiabilité de l'attribution chronoculturelle des restes humains pour les sites inventoriés selon les niveaux définis dans la Section 3.1.2.

3.2.2. Vestiges humains retenus

3.2.2.1. Échantillon pour l'analyse morphométrique externe

Parmi les sites dont l'attribution chronologique est fiable, les vestiges humains de 41 sites localisés majoritairement dans le Bassin aquitain ont été sélectionnés dans la présente étude (**FIGURE 3.4 & TABLEAU 3.2**). Au total, plus de 1900 dents (toutes classes confondues) appartenant à 176 individus ont été examinées pour l'analyse morphométrique externe (**TABLEAU 3.3**). Le nombre d'individus pris en compte est de 37 individus datés du Magdalénien moyen, du Magdalénien supérieur et de l'Azilien, 51 individus du Premier et du Second Mésolithique et 88 du Néolithique ancien et du Néolithique moyen. Le corpus de dents étudiées (près de 300 pour les individus paléolithiques et environ 800 dents pour chacune des deux autres périodes) est présenté par site dans l'**ANNEXE 3**.

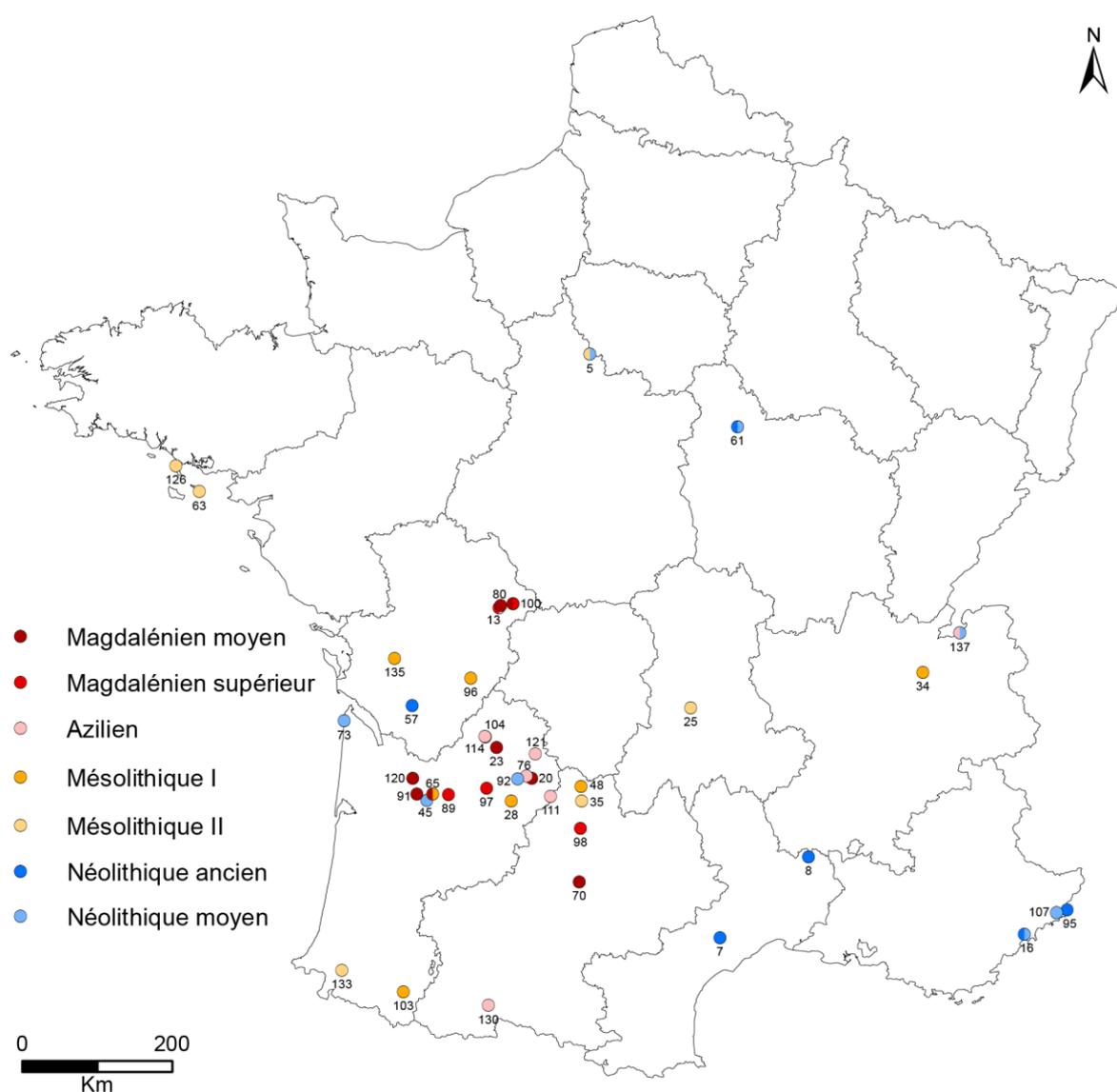


Figure 3.4. Carte de répartition des vestiges dentaires sélectionnés pour l'analyse morphométrique externe.

Tableau 3.2. Fiabilité de l'attribution chronologique des vestiges humains retenus.

N°	Site	Attribution culturelle	Fiabilité
5	Auneau (Le Parc du Château)	Second Mésolithique / Néolithique moyen	A
7	La Baume Bourbon	Néolithique ancien	C
8	La Baume de Montclus	Néolithique ancien	B
13	Bois Ragot	Madgalénien supérieur / Azilien	B
16	Les Bréguières	Néolithique ancien et moyen	A
20	Cap-Blanc	Madgalénien moyen	D
23	Chancelade	Madgalénien moyen	A
25	Le Cheix	Second Mésolithique	A
28	Combe Capelle	Premier Mésolithique	A
34	Culoz sous Balme	Premier Mésolithique	A
35	Cuzoul de Gramat	Second Mésolithique	D
45	Fauroux	Néolithique moyen	A
48	Les Fieux	Premier Mésolithique	C
57	Germignac (Le Bois du Bourg)	Néolithique ancien	A
61	Gurgy (Les Noisats)	Néolithique ancien et moyen	A
63	Hoëdic	Second Mésolithique	A
65	Houleau 1 et 2	Magdalénien moyen / Premier Mésolithique	D / A
70	Lafaye	Madgalénien moyen	A
73	La Lède du Gurp	Néolithique moyen	D
76	La Madeleine	Azilien	A
80	La Marche	Madgalénien moyen	A
89	Le Morin	Madgalénien supérieur	A
91	Moulin Neuf	Madgalénien moyen	B
92	Mykolas	Néolithique moyen	A
95	Pendimoun	Néolithique ancien	A
96	Le Perrats	Premier Mésolithique	A
97	Peyrazet	Madgalénien supérieur	B
98	Les Peyrugues	Madgalénien supérieur	B
100	La Piscine	Madgalénien moyen / supérieur	D
103	Poeymaü	Premier Mésolithique	C
104	Pont d'Ambon	Azilien	C
107	Le Rastel	Néolithique moyen	A
111	Roc de Cave	Azilien	A
114	Rochereil	Azilien	A
120	Saint-Germain-La-Rivière	Madgalénien moyen	A
121	Saint-Rabier (Le Peyrat)	Azilien	A
126	Téviac	Second Mésolithique	A
130	Troubat	Azilien	C
133	Unikoté II	Second Mésolithique	A
135	La Vergne (La Grande Pièce)	Premier Mésolithique	A
137	Veyrier	Azilien / Néolithique moyen	A

Tableau 3.3. Détails des échantillons dentaires sélectionnés pour l'analyse morphométrique externe.

Sites	Spécimens	Périodes	NMI	N dents	di1		di2		dc		dm1		dm2		I1		I2		C		P3		P4		M1		M2		M3		Références pour les mesures externes
					U	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U	L	
Saint-Germain-la-Rivière	STG1	Magdalénien moyen	1	31											2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	Gambier et Lenoir (1991)
Lafaye	LF24, LF25	Magdalénien moyen	2	53	2	2	2		1	1	2	2	2	2	2	4	2	4	3	4	2	2	2	2	4	3	1	2	2	Genet-Varcin et Miquel (1967), Le Roy (2011), original	
La Piscine	Homo3	Magdalénien moyen	1	1																1										original	
Cap Blanc	Cap Blanc 1	Magdalénien moyen	1	28											2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	Frayer (1978)	
Houleau 1	H1	Magdalénien moyen	1	1																				1					Gambier et Lenoir (1991)		
La Marche	LMR1, LMR2, LMR3, LMR4, LMR5, LMR6, LMR7, LMR8, LMR9	Magdalénien moyen	9	49	1			1			3	6	2	3	1	2	2	4	1	4	1	3	2	4	3	3	2	1		original	
Chancelade	Chancelade 1	Magdalénien moyen	1	6													1	1		1				1	2				Fléchier <i>et al.</i> (1976), original		
Moulin Neuf	MN1	Magdalénien moyen	1	2			1					1																	Gambier et Lenoir (1991), original		
Les Peyrugues	PEY-12A-C3-162-11-12, PEY-12A-C3-162-17	Magdalénien supérieur	2	2	2																									original	
La Piscine	Homo1	Magdalénien supérieur	1	1																				1						original	
Peyrazet	PRZ2-N6A-16, PRZ12-L4B-d3, PRZ14-K6D-5	Magdalénien supérieur	1	3							1													2						original	
Bois Ragot	BR-F8n°1a, BR-F3-n°1b	Magdalénien supérieur	2	2	1						1																			Henry-Gambier (2005)	
Le Morin	A2, A3-5, A4, B1-B2ou3	Magdalénien supérieur	4	10							1	1	1							2		1		2	1			1	Gambier et Lenoir (1991), original		
Bois Ragot	BR-J2-n°3, BR3-I6-n°2	Azilien	2	2							1																		1	Henry-Gambier (2005)	
Le Peyrat	LP5	Azilien	1	24										1	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	1	2	1	2	Frayer (1978)	
Roc de Cave	1	Azilien	1	22										1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	2	2	1	2			Bresson (2000)	
Rochereil	R1, 1976-n°1	Azilien	2	35							1	1	1	2	3	2	3	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2		Fléchier <i>et al.</i> (1976), original	
La Madeleine	LM4	Azilien	1	18	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2																Heim (1991), original	
Troubat	T1-C6	Azilien	1	1	1																									original	
Veyrier	Veyrier II	Azilien	1	2																					1	1				Voisin <i>et al.</i> (2012)	
Pont d'Ambon	n°1-H9-140, n°2-F6, n°3-I9, n°4-I9	Azilien	1	4							1	1											1	1						Gambier (1994)	
Total Paléolithique			37	297	9	4	5	2	3	2	8	8	6	12	11	14	12	17	15	18	14	19	13	16	19	21	15	17	6	11	
Les Fieux	D2-5XII, D2-1020, D1-7XI	Premier Mésolithique	2	3											1					1									1	original	
Houleau 2	H2-R8, R12, R14, R15, R16, R17, R18, R22, R24, R25, R1970, H37-66	Premier Mésolithique	10	81	4	1	6	2	4		1	3	2	3	8	2	5	8	4	4	8	4	1	1	3	2	1	3	1	original	
La Vergne	LV-St7 adulte1, LV-St7 adulte 2, Lv-St7 immature, LV-St10 immature	Premier Mésolithique	4	46	3	1	2		2	1	4			5	2	4	2	4	1	3	1	3		4	4	1	1	1		original	
Culoz sous Balme	2	Premier Mésolithique	1	16											2	1	1		1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	Frayer (1978)	
Combe Capelle	1	Premier Mésolithique	1	31											1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	Frayer (1978)	
Poeymaü	2	Premier Mésolithique	1	31											2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	Vallois et de Felice (1977)	
Les Perrats	C20, C19, 3021, 3221, 593	Premier Mésolithique	4	13					2	1	1					1	1		1	1		1	1	1	2	1	1		original		

(suite page suivante)

(suite)	Spécimens	Périodes	NMI	N dents	di1		di2		dc		dm1		dm2		I1		I2		C		P3		P4		M1		M2		M3		Références pour les mesures externes				
					U	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U	L		U	L		
Unikoté II	UNI2-95-d8-2	Second Mésolithique	1	1																													1	original	
Auneau	AUN3, AUN7	Second Mésolithique	2	13											1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	original
Cuzoul de Gramat	Gramat 1	Second Mésolithique	1	29											1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	Verdène (1975)		
Hoëdic	H1, H2, H3, H4, H5, H6, H7, H8, H9, H10	Second Mésolithique	10	182											6	8	9	8	8	13	10	12	8	18	13	15	14	16	11	13	Caillard (1975), Frayer (1978)				
Téviec	T1, T2, T3, T4, T7, T8, T9, T10, T11, T13, T14, T15, T16	Second Mésolithique	13	314											13	17	10	17	18	21	19	22	22	21	25	21	24	22	21	21	Verdène (1975), Caillard (1975), Frayer (1978), original				
Le Cheix	1	Second Mésolithique	1	20											2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	Verdène (1975)			
Total Mésolithique			51	780	7	1	7	2	6	2	3	5	3	4	37	42	33	46	42	50	49	50	42	53	54	53	51	53	41	44					
Pendimoun	H2, F1, F2	Néolithique ancien	3	58											2	4	4	3	5	3	5	4	5	3	4	3	4	2	4	3	original				
La Baume de Montclus	1	Néolithique ancien	1	32											2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	Vallois et de Felice (1977)			
Baume Bourbon	SI : C6, SII : S2, S2-2226, C9-949, 2232, B9-1037, B9-1050, SIII : individus A et B	Néolithique ancien	7	91			1			2	2	1	6	8	2	10	3	10	2	10	2	12	2	12	1	5						original			
Germignac	GRM1-max	Néolithique ancien	1	24										1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	original				
Les Bréguières	BR-H-12A, 20ou26, 3218, 3479, 3428, 6302, 6359, 6357	Néolithique ancien/moyen	36	357	1		1	12	13	14	12	1	2	8	12	18	18	28	15	25	18	44	39	24	27	10	15					original			
Gurgy	GLN-201, 202, 206, 213, 215A, 215B, 223, 226, 229, 243B, 244, 245A, 245B, 248, 252, 253, 257, 258, 264, 277, 279, 289B, 291, 292, 294, 300, 301, 308	Néolithique ancien/moyen	28	116	2	3	3	2	3	3	3	3	4	5	7	5	7	7	4	6	5	2	3	2	5	5	23	4				original			
Veyrier	Veyrier III	Néolithique moyen	1	9																				2	2	2	2			1					
Le Rastel	1	Néolithique moyen	1	24											2	2	2	2	2	2	2	2	2		1	2	1	1	1	Frayer (1978)					
Mykolas	dents isolées LBG09, 10 et 11	Néolithique moyen	4	27											3	1	3	2	1	1	1	2	1	1	1	2	4	2	2	original					
La Lède du Gurp	maxillaire	Néolithique moyen	1	6													1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	original					
Fauroux	Fauroux 5	Néolithique moyen	1	1							1																					Gambier et Lenoir (1991)			
Auneau	sépultures 1, 2, 4, 5	Néolithique moyen	4	92			2	1	3	2	2	4	1	4	2	5	6	6	6	5	7	7	6	8	6	6	1	2				original			
Total Néolithique			88	837	2	3	4	3	5	5	18	20	21	23	20	26	29	41	42	50	55	44	48	47	69	76	72	60	24	30					
TOTAL			176	1914	18	8	16	7	14	9	29	33	30	39	68	82	74	104	99	118	118	113	103	116	142	150	138	130	71	85					
					203 dents déciduales																														
					1711 dents permanentes																														

3.2.2.2. Sous-échantillon pour l'analyse morphométrique interne

Les vestiges humains de 26 des 41 sites précédents ont été sélectionnés pour constituer le registre microtomographique afin de poursuivre l'analyse au niveau de la structure interne des dents (**FIGURE 3.5**). Le sous-échantillon pour l'étude morphométrique interne comprend les restes dentaires de 84 individus, dont 23 sont datés du Magdalénien moyen, du Magdalénien supérieur et de l'Azilien, 15 individus sont attribués au Premier et au Second Mésolithique, et 46 sont datés du Néolithique ancien et du Néolithique moyen (**TABLEAU 3.4**). Au total, 392 dents ayant été considérées au niveau externe ont également fait l'objet d'une analyse au niveau interne (respectivement, 84, 67 et 241 dents pour le Paléolithique, le Mésolithique et le Néolithique) (**TABLEAU 3.4**). Le détail de la sélection des dents microtomographiées (μ CT) par site est donné dans l'**ANNEXE 3**.

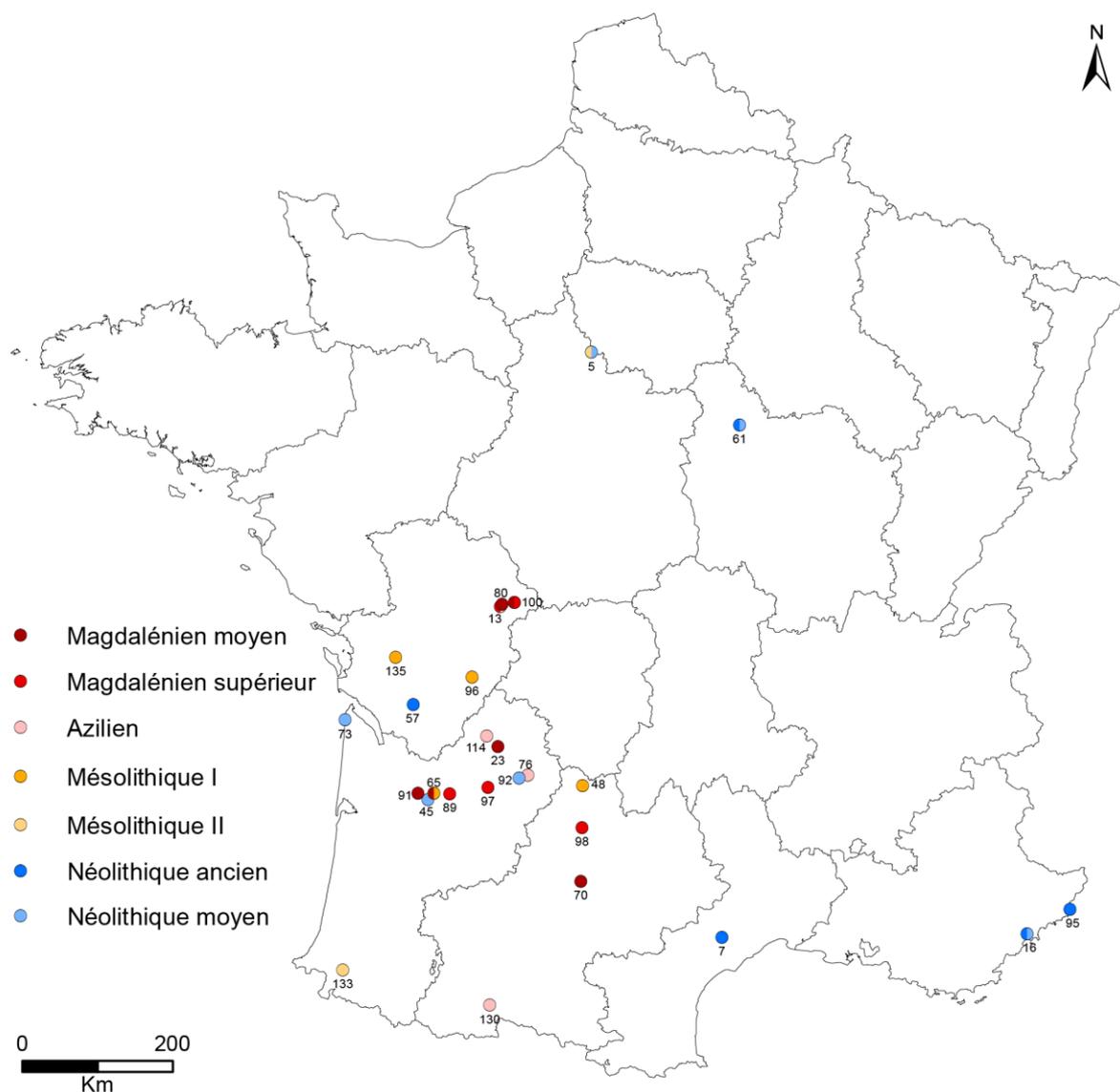


Figure 3.5. Carte de répartition des vestiges dentaires sélectionnés pour l'analyse morphométrique interne.

Tableau 3.4. Détails des échantillons dentaires microtomographiés pour l'analyse morphométrique interne.

Sites	Spécimens	Périodes	NMI	N dents	di1		di2		dc		dm1		dm2		I1		I2		C		P3		P4		M1		M2		M3		Références pour les mesures internes
					U	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U	L	
Lafaye	LF25	Magdalénien moyen	1	13	1	1	1		1	1	2	2	2												1	1					original
La Marche	LMR1, 2, 3, 4, 6, 7, 8	Magdalénien moyen	7	29	1			1			3	2	1	3	1	2	1	3	1	2		3	1	2	1	1					original
La Piscine	Homo3	Magdalénien moyen	1	1															1						1					original	
Chancelade	Chancelade 1	Magdalénien moyen	1	6												1	1	1						1	2					original	
Moulin Neuf	MN1	Magdalénien moyen	1	2			1					1																		original	
Les Peyrugues	PEY-12A-C3-162-11-12, PEY-12A-C3-162-17	Magdalénien supérieur	2	2	2																										original
La Piscine	Homo1	Magdalénien supérieur	1	1																					1					original	
Le Morin	A2, A3-5, A4, B1-B2ou3	Magdalénien supérieur	4	10						1	1	1								2		1	2	1				1		original	
Peyrazet	PRZ2-N6A-16, PRZ12-L4B-d3, PRZ14-K6D-5	Magdalénien supérieur	1	3						1														2						original	
Bois Ragot	BR3-I6	Azilien	1	1																								1		original	
Rochereil	1976-n°1	Azilien	1	6						1	1				1	1	1	1												original	
Troubat	T1-C6	Azilien	1	1	1																									original	
La Madeleine	LM04	Azilien	1	9	2	2	1	2	2																					Bayle (2008b), original	
Total Paléolithique			23	84	5	3	2	2	1	2	4	7	5	7	1	3	2	3	2	4	3	5	1	4	4	7	2	3	2		
Les Fieux	D2-5XII, D2-1020, D1-7XI	Premier Mésolithique	2	3											1				1									1		original	
Houleau 2	H2-R8, R12, R14, R15, R16, R17, R18, R22, R24, R25, R1970, H37-66	Premier Mésolithique	3	16	2	1	1	1			1	1	1	3		1	1								2	1				original	
La Vergne	LV-St7 adulte1, LV-St7 immature, LV-St10 immature	Premier Mésolithique	3	21	2	1					1	1		1	2	1	1	1							4	4	1	1		original	
Les Perrats	PER-C20, C19, 3021, 3221, 593	Premier Mésolithique	4	13				2		1	1					1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1		original		
Unikoté II	UNI2-95-d8-2	Second Mésolithique	1	1																								1		original	
Auneau	AUN3, AUN7	Second Mésolithique	2	13										1	2	2	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1			original	
Total Mésolithique			15	67	4	2	1	1	2		3	2	2	5	5	2	5	1	3	3	3	4	8	3	4	3	4	1	3		
Pendimoun	H2	Néolithique ancien	1	14											2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1			original	
Baume Bourbon	BB71-SI-C6, BBSII-C9-949, BB-SII-C9, BB-SII-B9-1037	Néolithique ancien	3	22			1				2	2	1			2	2	1	2	3	3	3	3	3	3	3				original	
Germignac	GRM-156-4	Néolithique ancien	1	7											1	1		1					1	1	1	1				original	
Les Bréguières	BR-H-12A, 20ou26, 3218, 3479, 3428, 6302, 6359, 6357	Néolithique ancien/moyen	4	9			1									2	1	1				1	2	1						original	
Gurgy	GLN-201, 202, 206, 213, 215A, 215B, 223, 226, 229, 243B, 244, 245A, 245B, 248, 252, 253, 257, 258, 264, 277, 279, 289B, 291, 292, 294, 300, 301, 308	Néolithique ancien/moyen	28	116	2	3	3	2	3	3	3	3	4	5	7	5	7	7	4	6	5	2	3	2	5	5	23	4			original
Fauroux	Fauroux 5	Néolithique moyen	1	1								1																		original	
Auneau	AUN2, AUN4, AUN5	Néolithique moyen	3	39				2	1	2	2	2	3		1	1	2	2	2	3	2	3	2	3	2	3	1			original	
La Lède du Gurg	LdG1	Néolithique moyen	1	6													1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				original	
Mykolas	LbGM09, LbGM10, LbGM11	Néolithique moyen	4	27											3	1	3	2	1	1	1	2	1	1	2	4	2	2		original	
Total Néolithique			46	241	2	3	4	3	5	4	5	7	7	10	13	7	13	14	10	12	12	11	9	9	12	14	35	14	5	1	
TOTAL			84	392	11	6	8	6	7	8	9	17	14	19	19	15	17	22	13	19	15	19	10	16	20	29	40	21	6	6	
				105	dents déciduales																										
				287	dents permanentes																										

3.3. Échantillons comparatifs

En plus des vestiges dentaires retenus pour les analyses morphométriques externes et internes, des échantillons comparatifs ont été sélectionnés pour tester des problématiques spécifiques. Pour évaluer l'existence de potentielles différences dans les types d'usure occlusale, deux populations néolithiques ont été considérées inégalement. L'ensemble des M1 et des M2 des 128 individus de la nécropole néolithique de Gurgy et des 61 individus inhumés dans l'aven sépulcral des Bréguières ont été observées afin de coder l'usure occlusale, représentant un total de 290 molaires à Gurgy et de 134 aux Bréguières (**TABLEAU 3.5**).

Tableau 3.5. Effectifs des molaires de Gurgy et des Bréguières pour le codage des types d'usure occlusale.

Sites	UM1	UM2	LM1	LM2
Gurgy	85	64	81	60
Les Bréguières	44	24	39	27

Afin d'appréhender l'évolution de l'architecture dentaire à une échelle locale, les dents des individus du Premier Mésolithique des Perrats, et celles du Second Mésolithique et du Néolithique moyen d'Auneau ont été comparées, respectivement, aux restes dentaires du Néolithique final des Perrats et d'Auneau (**TABLEAU 3.6**).

Tableau 3.6. Échantillons dentaires du Néolithique final des Perrats et d'Auneau.

Sites	NMI	N dent	di2		dm1		dm2		I1		I2		C		P3		P4		M1		M2		M3	
			U	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U	L
Les Perrats	2	9			1						2	2	1	1		1			1					
Auneau	2	15	1		1	1	1	1	1	1	2	1	1		1	1	1	1		1		1	1	

Enfin, pour tester l'hypothèse d'une sélection de l'épaisseur de l'émail en réponse aux contraintes biomécaniques de la mastication, le lien entre l'usure occlusale et la distribution topographique de l'épaisseur de l'émail a été évalué à partir de l'échantillon des UM2 néolithiques de Gurgy. Ces dents ont été comparées aux UM2 des individus provenant du cimetière médiéval de Sains-en-Gohelle (Pas-de-Calais, France), ayant livré plus de 1050 inhumations datées de 620 à 1650 après J.-C. (Beauval *et al.* 2012). L'usure occlusale a été codée sur 64 UM2 de Gurgy, appartenant à 17 individus immatures et 47 adultes, et 311 UM2 médiévales de 35 individus immatures et 84 adultes. La variation de l'épaisseur de l'émail a été évaluée pour les sous-échantillons microtomographiés (μ CT) comprenant 17 UM2 de Gurgy et 25 UM2 de Sains-en-Gohelle.

4. Méthodes

4. Méthodes

L'étude de la variation et de l'évolution de l'architecture des couronnes a été réalisée sur des dents permanentes et déciduales bien préservées, dépourvues de caries et de pathologies macroscopiques. Les vestiges ont été étudiés selon deux niveaux d'accès : interne et externe pour l'analyse complète des échantillons dentaires microtomographiés (**CF. TABLEAU 3.4**) ; uniquement externe pour les échantillons issus de la littérature (**CF. TABLEAU 3.3**). Les variables qualitatives et quantitatives ont été obtenues par un ensemble de techniques non invasives. Des observations macrostructurales préalables sur la maturation dentaire (**SECTION 4.1**) et l'usure occlusale (**SECTION 4.2**) ont été effectuées. L'analyse bi- et tridimensionnelle de la morphométrie interne (**SECTION 4.3**) a été réalisée sur un registre virtuel, acquis grâce à la microtomographie à rayons X (μ CT). L'étude de la morphométrie externe (**SECTION 4.3**) a été complétée par des données métriques recueillies dans la bibliographie.

4.1. Minéralisation dentaire

La maturation dentaire correspond à deux processus : la minéralisation et l'éruption. Les études sur ces deux aspects du développement des dents ont montré que la minéralisation serait moins affectée que l'éruption par les influences intrinsèques et extrinsèques, notamment les conditions nutritionnelles et environnementales (*e.g.*, Moorrees *et al.* 1963a ; Garn *et al.* 1965a ; Demirjian *et al.* 1973 ; Haavikko 1974 ; Brown 1978).

De ce fait, dans le présent travail, les stades de minéralisation dentaire ont été codés selon les méthodes de Demirjian *et al.* (1973) pour les dents permanentes, et de Liversidge et Molleson (2004) pour les dents déciduales. Les définitions des stades sont données dans le **TABLEAU 4.1**, et leur représentation visuelle schématique dans la **FIGURE 4.1**. Afin de différencier les deux dentitions, le codage des dents déciduales est noté en lettres minuscules, celui des dents permanentes en lettres majuscules (voir Bayle 2008a). Ces deux systèmes de codage proposent un nombre de stades différents (huit dans Demirjian *et al.* (1973) ; neuf dans Liversidge et Molleson (2004)), mais présentent des définitions équivalentes pour leurs stades, excepté pour le stade h1 de Liversidge et Molleson (2004). En effet, dans les deux méthodes, le premier stade (a/A) correspond au début de la minéralisation au sein de la crypte, et le dernier stade (h2/H) coïncide avec la fermeture complète (ou quasiment complète) de l'apex radiculaire (**TABLEAU 4.1 & FIGURE 4.1**). Pour les dents déciduales uniquement, un stade supplémentaire a été ajouté au système de Liversidge et Molleson (2004) : il s'agit du stade r correspondant à la résorption radiculaire, quel qu'en soit son degré (voir Bayle 2008a).

Pour étudier les variations et l'évolution des couronnes dentaires, il était essentiel de coder le stade de minéralisation afin de s'assurer que la formation des tissus étudiés soit finalisée. Ainsi, seules les dents avec au minimum une couronne complètement formée (stade d/D) ont été sélectionnées pour l'analyse de la morphométrie interne. Les dents au stade c/C ayant terminé leur formation d'émail au niveau occlusal ont également été incluses pour l'analyse de la morphométrie externe (excepté pour la mesure des diamètres externes au collet).

Tableau 4.1. Définitions des stades de minéralisation des dents déciduales (lettres minuscules) et permanentes (lettres majuscules). Modifié d'après Demirjian *et al.* (1973), Liversidge et Molleson (2004) et Bayle (2008a).

Stade	Définition
a/A	Un début de calcification en forme de cône(s) inversé(s) est visible au niveau du bord supérieur de la crypte. Dans le cas de plusieurs points de calcification, ceux-ci ne sont pas fusionnés.
b/B	<i>Incisives, canines</i> : Les bords incisifs/pointes de cuspside ont atteint la largeur mésiodistale maximale de la dent. <i>Prémolaires, molaires</i> : coalescence des pointes de cuspside formant une surface occlusale aux contours réguliers.
c/C	La formation d'émail est complète au niveau de la surface occlusale. Son extension et sa convergence vers la région cervicale sont visibles. Les bords approximatifs de la couronne en formation ont atteint les futures zones de contact.
d/D	La formation de la couronne est finalisée jusqu'à la jonction émail-dentine, au moins dans une projection latérale (au niveau des faces mésiale et distale de la dent), bien que la couronne ne soit pas nécessairement complète sur tout son pourtour.
e/E	<i>Incisives, canines, prémolaires, molaires</i> : La formation de la racine représente plus qu'un spicule, mais la longueur radiculaire est inférieure à la hauteur de la couronne. <i>Molaires</i> : a. Un début de formation de bifurcation radiculaire est visible en forme de point minéralisé ou de demi-lune. b. La longueur radiculaire est inférieure à la hauteur de la couronne.
f/F	<i>Incisives, canines, prémolaires, molaires</i> : a. Les parois radiculaires sont très fines et la longueur radiculaire est égale ou supérieure à la hauteur de la couronne. b. L'élongation radiculaire est incomplète avec des extrémités apicales divergentes. <i>Molaires</i> : À mi-longueur des racines, les parois sont plus fines que le canal radiculaire.
g/G	<i>Incisives, canines, prémolaires</i> : L'élongation radiculaire est quasiment complète, mais les extrémités apicales sont parallèles ou peu convergentes. <i>Molaires</i> : a. L'élongation de la racine mésiale est quasiment complète, mais les extrémités apicales sont parallèles ou peu convergentes. b. À mi-longueur des racines, les parois sont plus épaisses que le canal radiculaire.
h1	<i>Dents déciduales exclusivement</i> : L'élongation radiculaire est complète, avec des parois apicales convergentes, mais des apex toujours ouverts (largeur \approx 1 mm).
h2/H	L'extrémité apicale de la dentine est pointue ; l'apex est à peine visible ou fermé (largeur < 1 mm).
r	<i>Dents déciduales exclusivement</i> : Résorption radiculaire initiée, quel qu'en soit le degré.

Stades	A	B	C	D	E	F	G	H
Incisive permanente								
Canine permanente								
Prémolaire permanente								
Molaire permanente								
Stades	a	b	c	d	e	f	g	h1
Incisive déciduale								
Canine déciduale								
Molaire déciduale								

Figure 4.1. Illustrations des stades de minéralisation pour les incisives, les canines, les prémolaires et les molaires permanentes (en haut) ; et les incisives, les canines et les molaires déciduales (en bas). Modifié d'après Demirjian *et al.* (1973) et Liversidge et Molleson (2004).

4.2. Usure occlusale

Dès qu'une dent est fonctionnelle, sa surface occlusale commence à s'user. En fonction de sa classe, sa morphologie et sa position dans l'arcade, mais aussi de la consistance des aliments et du régime alimentaire, chaque dent s'use de manière différente (*e.g.*, Kaidonis 2008 ; d'Incau *et al.* 2012 ; Burnett *et al.* 2013). L'usure des couronnes dentaires, omniprésente et intense dans les populations du passé (*e.g.*, Molnar 1972 ; Kaifu 2000), montre en effet une variété importante de types d'usure (**CF. SECTION 1.3.2**). Différentes méthodes de codage ont été développées pour évaluer et caractériser l'usure occlusale des dents permanentes et déciduales (*e.g.*, Murphy 1959a, b ; Molnar 1971a ; Scott 1979a ; Smith 1984 ; Lovejoy 1985 ; Dawson et Brown 2013).

Dans le présent travail, l'usure occlusale a été codée selon la méthode de Molnar (1971a), pour deux raisons principales : sa précision dans la description des différents stades (**TABLEAU 4.2 & FIGURE 4.2**), et l'attention particulière accordée à la prise en compte de la direction (**FIGURE 4.3**) et la forme (**FIGURE 4.4**) de l'usure. En plus de proposer des définitions précises accompagnées de représentations schématiques, cette méthode présente l'avantage de coder trois composantes (degré, direction et forme), assurant ainsi une description fine du type d'usure occlusale. Aussi, le nombre de stades pour chaque composante (huit, huit et six, respectivement) constitue un compromis favorable entre précision de description et reproductibilité du codage. Plus précisément, selon la méthode de Molnar (1971a), huit degrés d'usure sont proposés, allant de la dent non usée (degré 1) à la racine fonctionnant sur la surface occlusale (degré 8) (**FIGURE 4.2**). La direction de l'usure comprend huit stades, répartis en quatre catégories : naturelle, oblique, horizontale et arrondie (**TABLEAU 4.2 & FIGURE 4.3**). Pour les usures obliques, la direction est codée du point le plus haut (usure mineure) vers le point le plus bas (usure majeure) de la surface occlusale (**FIGURE 4.3**). À ce propos, la méthode de Molnar a été adaptée et complétée. Dans la plupart des cas, la direction oblique principale est combinée à une seconde direction mineure : les deux directions ont alors été codées. Enfin, les formes d'usure peuvent être de six types : surface naturelle, plane, à moitié concave, entièrement concave, encochée ou arrondie (**TABLEAU 4.2 & FIGURE 4.4**).

Toutes les dents ont été considérées dans l'analyse morphométrique externe, bien que le nombre de variables mesurables et/ou observables diminue avec l'augmentation des degrés d'usure. En revanche, pour l'étude de la morphométrie interne, seules les dents avec une usure inférieure ou égale au stade 4 de Molnar (1971a) ont été considérées pour l'analyse des proportions des tissus dentaires et de la morphométrie de la jonction émail-dentine. Les dents avec une usure plus importante ont été incluses uniquement dans la caractérisation des épaisseurs de l'émail (cartographie, variation topographique et épaisseur linéaire).

Tableau 4.2. Définitions des stades des différentes composantes (degré, direction, forme) du codage de l'usure. Modifié d'après Molnar (1971a).

Degré	Incisives et canines	Prémolaires	Molaires
1	Non usée.	Non usée.	Non usée.
2	Facettes d'usure minimales.	Facettes d'usure, pas de dentine observable.	Facettes d'usure, pas de dentine observable.
3	Forme de la cuspide effacée, de petites tâches de dentine peuvent être présentes.	Forme de la cuspide partiellement ou complètement effacée. Petites tâches de dentine.	Forme de la cuspide partiellement ou complètement effacée. Petites tâches de dentine.
4	Tâches de dentine (minimales).	Deux tâches de dentine ou plus, dont une de grande taille.	Trois petites tâches de dentine ou plus.
5	Tâches de dentine (extensives).	Deux tâches de dentine ou plus, dentine secondaire peut être légère.	Trois larges tâches de dentine ou plus, dentine secondaire, aucune à légère.
6	Dentine secondaire (modérée à extensive).	Toute la dent est complètement entourée par l'émail. Dentine secondaire modérée à importante.	Dentine secondaire modérée à extensive, toute la dent est complètement entourée par l'émail.
7	Couronne (émail) totalement usée sur au moins un côté, dentine secondaire extensive.	Couronne (émail) totalement usée sur au moins un côté, dentine secondaire extensive.	Couronne (émail) totalement usée sur au moins un côté, dentine secondaire extensive.
8	Racine fonctionnant en tant que surface occlusale.	Racine fonctionnant en tant que surface occlusale.	Racine fonctionnant en tant que surface occlusale.

Direction	Toutes les dents
1	Naturelle
2	Oblique (direction buccolinguale)
3	Oblique (direction linguobuccale)
4	Oblique (direction mésiodistale)
5	Oblique (direction distomésiale)
6	Horizontale (perpendiculaire à l'axe longitudinal de la dent)
7	Arrondie (direction buccolinguale)
8	Arrondie (direction mésiodistale)

Forme	Toutes les dents
1	Naturelle
2	Surface plane
3	À moitié concave
4	Entièrement concave
5	Encochée
6	Arrondie

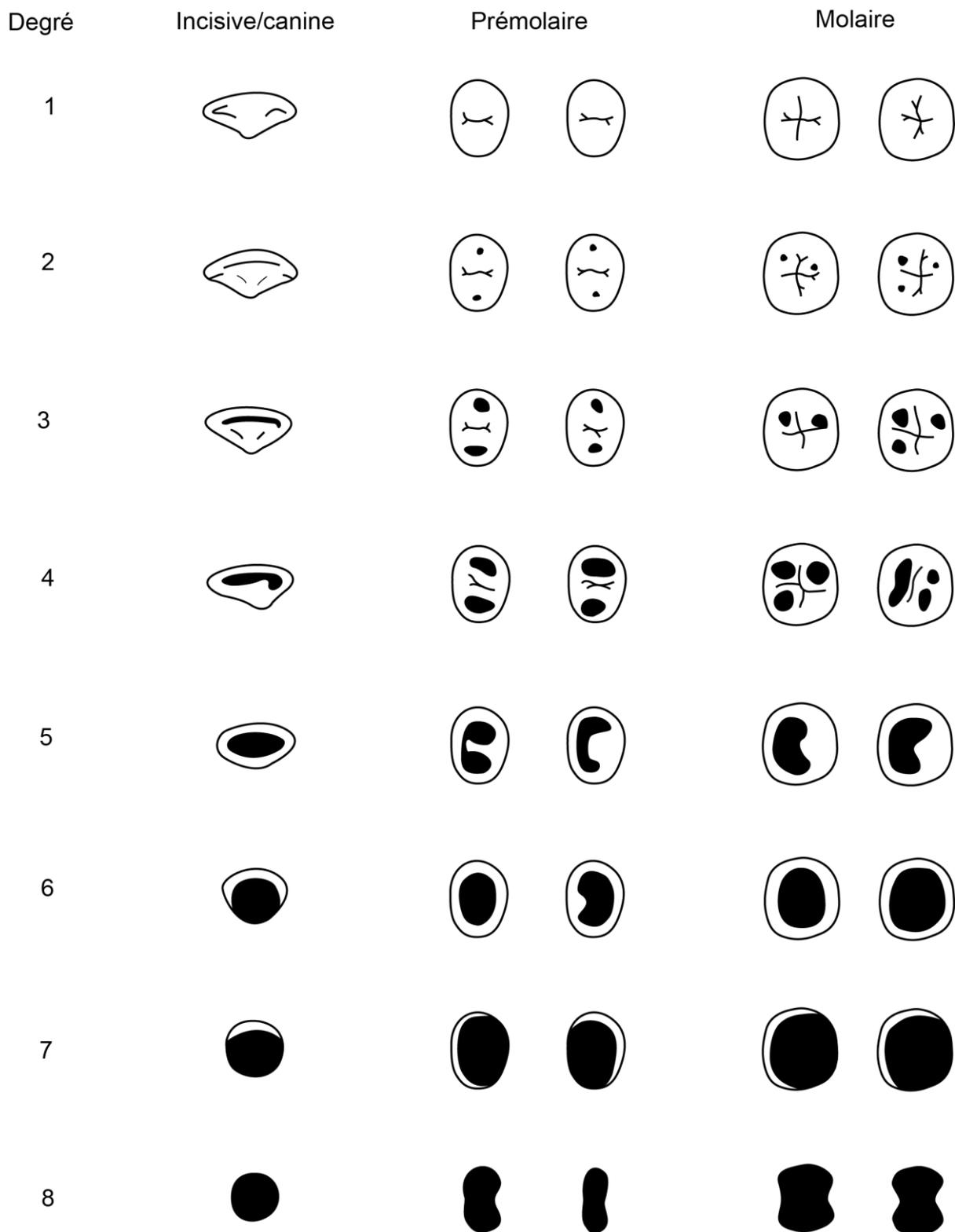


Figure 4.2. Les différents stades d'usure occlusale représentés pour les différentes classes de dents. Modifié d'après Molnar (1971a).

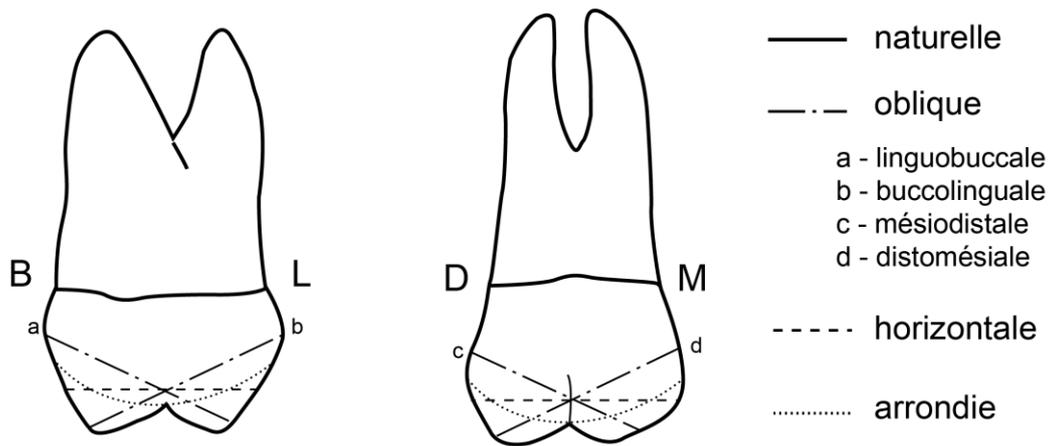


Figure 4.3. Les différentes catégories de directions d'usure occlusale illustrées sur une molaire supérieure en vue mésiale (à gauche) et buccale (à droite). (M = mésial, B = buccal, D = distal, L = lingual). Modifié d'après Molnar (1971a).

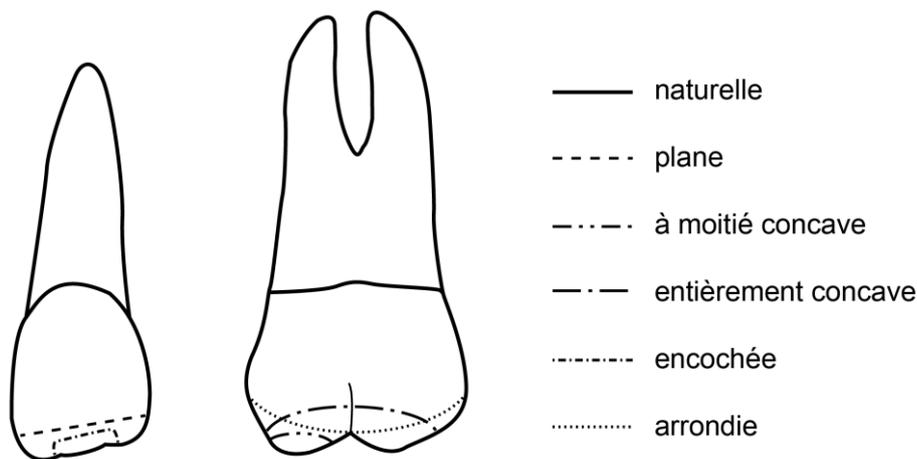


Figure 4.4. Les différentes formes d'usure occlusale illustrées (arbitrairement) sur une incisive supérieure (à gauche) et une molaire supérieure (à droite) en vues buccales. Modifié d'après Molnar (1971a).

Afin de pouvoir effectuer des comparaisons avec la littérature – en particulier pour les mesures externes des échantillons recueillis dans la bibliographie (CF. SECTION 4.3.1) –, le codage selon la méthode de Smith (1984) a également été enregistré. Cette méthode propose également huit degrés d'usure (plus un degré zéro pour les dents absentes ou ne pouvant être codées), mais ne prend pas en compte la forme et la direction de l'usure (TABLEAU 4.3). De plus, d'après les différents schémas proposés pour la définition de chaque degré (FIGURE 4.5), une confusion est possible pour l'attribution des degrés 2, 3 et 4 des molaires, et des degrés 4 et 5 des prémolaires supérieures : les schémas ont alors été distingués par les lettres A, B ou C pour chaque degré. Par exemple, entre les degrés 2B et 3A des molaires, la frontière est chevauchante entre « pas plus d'un ou deux minuscules points d'exposition de dentine » et « quelques expositions de dentine, minuscules à modérées » pour les degrés 2 et 3.

Tableau 4.3. Codage de l'usure selon la méthode de Smith (1984) : définitions des degrés pour chaque classe dentaire. Modifié d'après Smith (1984).

Degré	Incisives et canines	Prémolaires	Molaires
0	Dents absentes ou ne pouvant être codées.	Dents absentes ou ne pouvant être codées.	Dents absentes ou ne pouvant être codées.
1	Non usée à polie, ou légère facette (pas d'exposition de dentine).	Non usée à polie, ou légère facette (pas d'exposition de dentine).	Non usée à polie, ou légère facette (pas d'exposition de dentine).
2	Point ou ligne fine d'exposition de dentine.	Enlèvement de la cuspide modérée (émoussement).	Enlèvement modérée des cuspides (émoussé). Les dents déciduales peuvent avoir de légères facettes de dentine, mais les dents permanentes ne montrent pas plus d'un ou deux minuscules points d'exposition.
3	Ligne de dentine d'épaisseur distincte.	Enlèvement de la cuspide entière et/ou apparition de dentine modérée.	Enlèvement de la cuspide entière et/ou quelques expositions de dentine, minuscules à modérées.
4	Exposition de dentine modérée ne ressemblant plus à une ligne.	Au moins une large exposition de dentine sur une cuspide.	Plusieurs larges expositions de dentine, toujours discrètes.
5	Large aire de dentine avec un pourtour complet d'émail.	Deux larges aires de dentine (il peut y avoir une légère coalescence).	Deux aires de dentine coalescentes.
6	Large aire de dentine avec un pourtour d'émail supprimé sur un côté ou seulement un émail très fin.	Les aires d'apparition de la dentine sont jointes, les contours de l'émail sont toujours complets.	Trois aires de dentine coalescentes, ou quatre aires coalescentes avec un îlot d'émail.
7	Contour de l'émail supprimé sur deux côtés ou petits vestiges d'émail.	Exposition complète de la dentine, perte des contours d'émail sur au moins un côté.	Exposition de dentine sur la surface entière, contours d'émail largement intact.
8	Perte totale de la couronne, pas de restes d'émail, la surface de la couronne prend forme sur la racine.	Perte sévère de la couronne, la surface occlusale prend forme sur la racine.	Perte sévère de la couronne, rupture des contours de l'émail, la surface occlusale prend forme sur la racine.

Si les différents degrés d'usure entre les méthodes de Molnar (1971a) et de Smith (1984) sont majoritairement équivalents, les degrés « A » de Smith (1984) ont tendance à correspondre à un stade inférieur de Molnar (1971a), et les degrés « C » à un stade supérieur (*i.e.* 4A-Smith = 3-Molnar, et 4C-Smith = 5-Molnar). La différence la plus notable vient de l'exposition de dentine qui apparaît au degré 3 de Molnar (1971a) et au degré 2 de Smith (1984).

Degré	Incisive/Canine	Prémolaire	Molaire
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Figure 4.5. Codage de l'usure selon la méthode de Smith (1984) : illustrations des différents degrés d'usure. Modifié d'après Smith (1984).

4.3. Étude morphométrique externe

Pour l'ensemble des vestiges auxquels nous avons eu directement accès, les dimensions dentaires externes et les variations anatomiques non métriques ont été analysées. Les données comparatives issues de la bibliographie ne concernent que les mesures externes.

4.3.1. Mesures externes

Pour évaluer les variations dans les dimensions dentaires, les mesures de la surface externe des couronnes (**FIGURE 4.6**) ont été prises au centième de millimètre avec un pied à coulisse digital selon la standardisation de Martin (dans Bräuer 1988).

Le diamètre mésiodistal (MD, mm) a été mesuré comme la distance maximale entre la face mésiale et la face distale de la couronne. Le diamètre buccolingual (BL, mm), quant à lui, a été considéré comme la plus grande distance entre les faces buccale et linguale de la dent. Pour pallier l'usure occlusale et l'usure interproximale (**CF. SECTION 4.2**) affectant les dimensions coronaires, des mesures ont également été prises au niveau du collet (**FIGURE 4.6**) (Hillson *et al.* 2005 ; Fitzgerald et Hillson 2008 ; Pilloud et Hillson 2012 ; mais voir Aubry 2014). Le diamètre mésiodistal au collet (MDcerv, mm) correspond à la distance entre les points médians de la ligne cervicale de la face mésiale et de la face distale de la couronne. Le diamètre buccolingual au collet (BLcerv, mm) a été estimé, selon le même principe, comme la distance entre les points médians de la ligne cervicale sur les faces buccale et linguale des dents. Aussi, la hauteur de la couronne (Hc, mm) a été mesurée sur la face buccale, du point le plus apical de la ligne cervicale à l'extrémité la plus occlusale de la couronne, en suivant le plan parallèle à l'axe vertical de la dent. Selon l'hypothèse communément acceptée dans toute étude en paléoanthropologie, et étant donné que les mesures de la présente étude et celles issues de la bibliographie ont été obtenues à partir de protocoles similaires, la variabilité interobservateur est considérée négligeable et les mesures comparables (Kieser 1990).

Dans le cas des dents incluses dans leur alvéole et dont les mesures externes ne sont pas accessibles directement, les mesures externes ont été obtenues à partir des piles d'images μ CT réorientées lors de la définition du plan basal (**CF. SECTION 4.4.2.3**). Cette pile d'images est ouverte avec ImageJ, puis une projection de l'intensité maximale est effectuée avec la fonction *Z Project*. Sur l'image obtenue (**FIGURE 4.7**), des lignes tangentes aux côtés mésial, distal, buccal et lingual sont positionnées avec le logiciel Photoshop CS5.5, permettant ainsi de mesurer les diamètres MD et BL grâce au logiciel MPSAK v.2.9. De la même façon, les mesures de hauteur de couronne sont obtenues à partir de la projection maximale de la pile d'images réorientées lors de la définition du plan de section (**FIGURE 4.7**). Ces mesures externes prises à partir des images μ CT sont comparables à celles réalisées directement sur les

dents, d'après le coefficient de concordance de 0,93 obtenu à partir d'un test réalisé sur dix dents permanentes mesurées réellement et virtuellement.

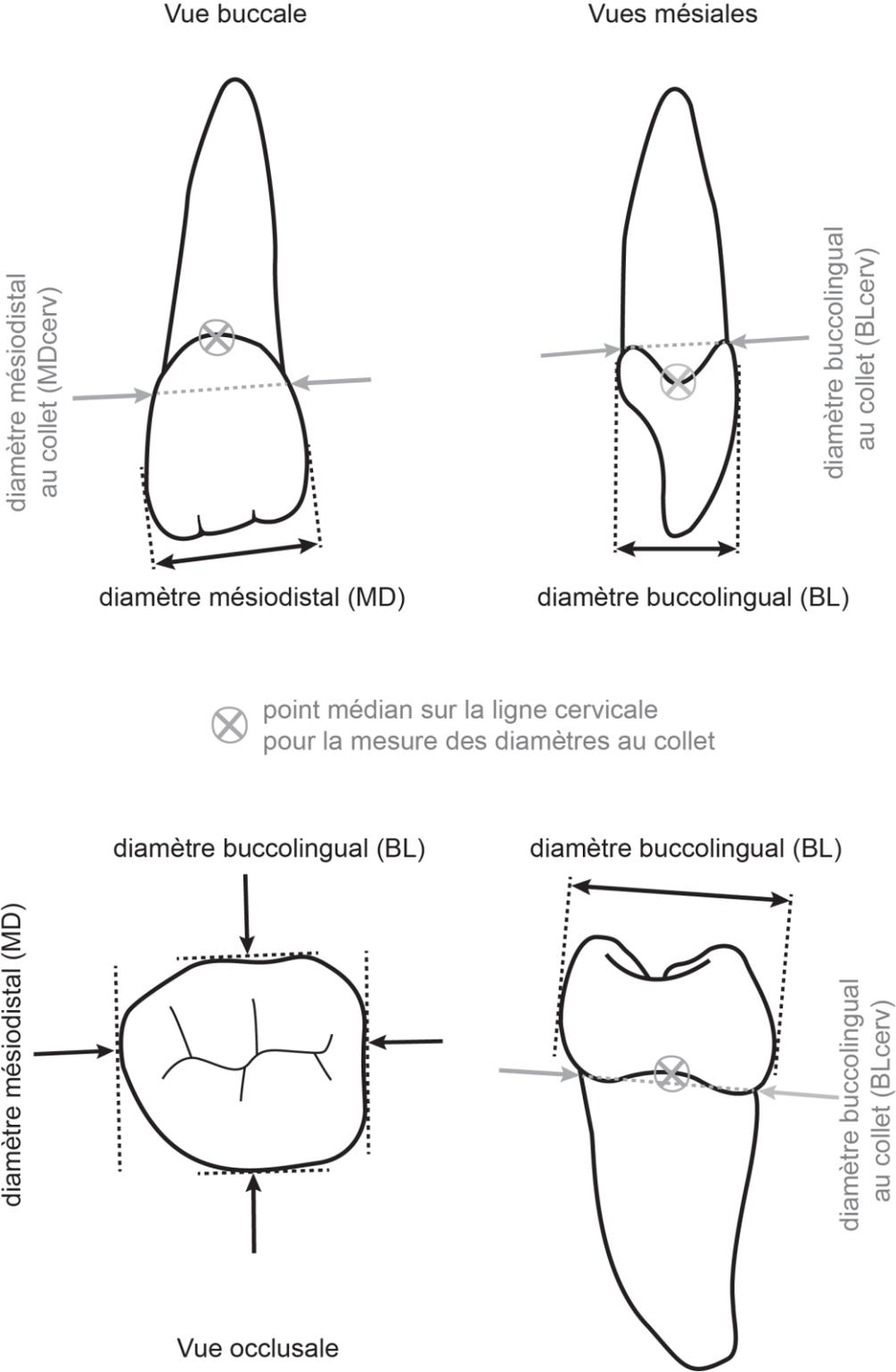


Figure 4.6. Position des diamètres mésiodistaux et buccolinguaux, mesurés « classiquement » et au collet, sur une incisive supérieure (en haut) et une molaire inférieure (en bas). Modifié d'après Hillson (2005).

Toutes les dents d'un même individu ont été mesurées. Lorsque les deux antimères étaient présents, seules les dents gauches ont été analysées. Dans le cas d'une usure différentielle entre antimères, la dent la moins usée a alors été retenue. Les moyennes et les variances entre les différentes périodes ont été comparées avec les tests de Student et de Fisher.

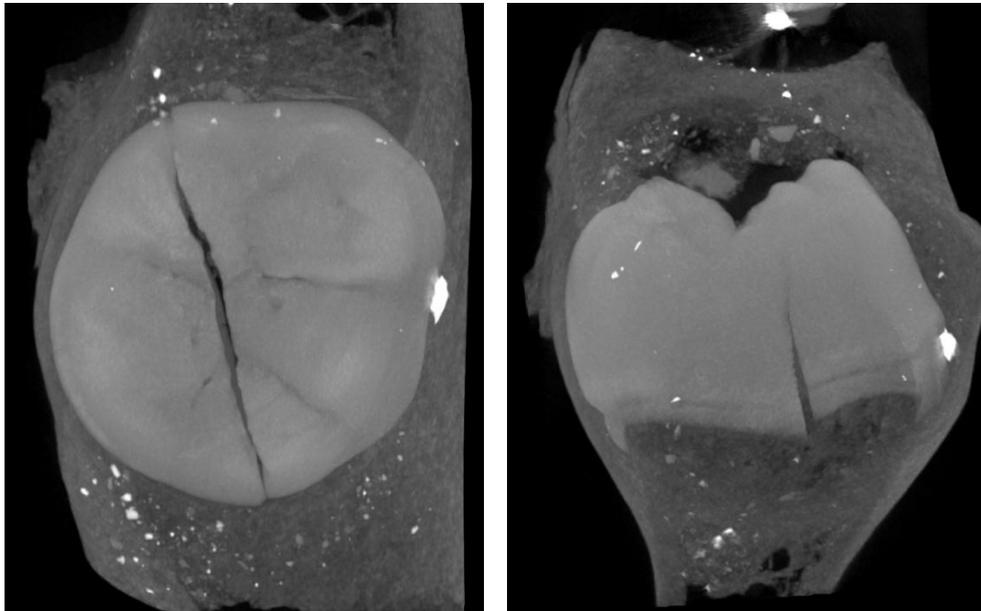


Figure 4.7. Projection de l'intensité maximale des images μ CT réorientées selon le plan basal (à gauche) et selon le plan de section (à droite) pour la LRM1 incluse dans la mandibule de l'enfant de Lafaye.

4.3.2. Variations anatomiques non métriques

Dans le présent travail, 32 variations anatomiques non métriques ont été codées en se focalisant essentiellement sur la couronne (seule la variation de nombre a été considérée pour les racines). Majoritairement codés d'après le protocole de l'Arizona State University Dental Anthropology System (ASUDAS, Turner *et al.* 1991), les caractères et les dents auxquelles ils s'appliquent sont listés dans le **TABLEAU 4.4**. La description des variations anatomiques évaluées et le codage de leurs stades (dont le nombre a parfois été modifié et adapté) sont présentés dans l'**ANNEXE 4**. Les stades des variations anatomiques ont été enregistrés, et un seuil a été défini pour considérer le caractère comme présent dans l'échantillon analysé. La condition de chaque variation a été classée comme absente, présente ou non observable lorsque la région anatomique concernée n'était pas conservée (*i.e.* usure forte) ; la distinction entre absent et non observable étant décisive pour le calcul des fréquences des caractères. La dépendance à l'âge (immature ou adulte), au sexe, ainsi que les différences entre les périodes considérées ont été testées avec le test F de Fisher. Les distances biologiques entre les groupes ont été évaluées avec les mesures moyennes de divergence (MMD).

Tableau 4.4. Variations anatomiques dentaires non métriques observées.

Abréviation	Caractère	Dent concernée	Système de codage
P	pelle (dents permanentes)	UI1, UI2, UC, LI1, LI2, LC	ASUDAS Turner <i>et al.</i> (1991)
P	pelle (dents déciduales)	Udi1, Udi2, Udc, Ldi1, Ldi2, Ldc	Hanihara (1961)
DP	double pelle	UI1, UI2, UC, UP3, LI1, LI2	ASUDAS Turner <i>et al.</i> (1991)
C	convexité labiale	UI1, UI2, LI1, LI2	ASUDAS Turner <i>et al.</i> (1991)
TD	tubercule dentaire	UI1, UI2, UC, LI1, LI2, LC, Udi1, Udi2, Udc	ASUDAS Turner <i>et al.</i> (1991)
S	sillon coronoradiculaire	UI1, UI2	ASUDAS Turner <i>et al.</i> (1991)
CM	crête mésiale de la canine	UC	ASUDAS Turner <i>et al.</i> (1991)
CAD	crête accessoire distale de la canine	UC, LC	ASUDAS Turner <i>et al.</i> (1991)
R	racine double de la canine	UC, LC	ASUDAS Turner <i>et al.</i> (1991)
CP	crête accessoire des prémolaires	UP3, UP4, LP3, LP4	Scott et Turner (1997)
TM	tubercule marginal	UP3, UP4	ASUDAS Turner <i>et al.</i> (1991) (modifié*)
O	odontome	UP3, UP4, LP3, LP4	ASUDAS Turner <i>et al.</i> (1991)
CLM	cuspidé linguale multiple	LP3, LP4	ASUDAS Turner <i>et al.</i> (1991) (modifié*)
R	racine multiple des prémolaires	UP3, UP4, LP3, LP4	ASUDAS Turner <i>et al.</i> (1991)
M	métacône	UM1, UM2, UM3, Udm2	ASUDAS Turner <i>et al.</i> (1991)
H	hypocône	UM1, UM2, UM3, Udm2	ASUDAS Turner <i>et al.</i> (1991)
ML	métaconule	UM1, UM2, UM3, Udm2	ASUDAS Turner <i>et al.</i> (1991)
PA	parastyle	UM1, UM2, UM3, Udm1, Udm2	ASUDAS Turner <i>et al.</i> (1991)
TC	tubercule de Carabelli	UM1, UM2, UM3, Udm2	ASUDAS Turner <i>et al.</i> (1991)
EE	extension interradiculaire de l'émail	UM1, UM2, UM3, LM1, LM2, LM3	ASUDAS Turner <i>et al.</i> (1991)
TMA	tubercules mésio-accessoires	UM1, UM2, Udm2	Scott et Turner (1997)
R	fusion des racines des molaires supérieures	UM1, UM2, UM3, Udm1, Udm2	ASUDAS Turner <i>et al.</i> (1991) (modifié*)
HD	hypoconulide	LM1, LM2, LM3, Ldm2	ASUDAS Turner <i>et al.</i> (1991)
E	entoconulide	LM1, LM2, LM3, Ldm2	ASUDAS Turner <i>et al.</i> (1991)
MD	métaconulide	LM1, LM2, LM3, Ldm2	ASUDAS Turner <i>et al.</i> (1991) (modifié*)
PR	protostylide	LM1, LM2, LM3, Ldm1, Ldm2	ASUDAS Turner <i>et al.</i> (1991)
GP	disposition des sillons intercuspidiens	LM1, LM2, LM3	ASUDAS Turner <i>et al.</i> (1991)
CT	crête du trigonide	LM1, LM2, LM3	ASUDAS Turner <i>et al.</i> (1991) (modifié*)
FA	fovéa antérieure	LM1, Ldm1, Ldm2	ASUDAS Turner <i>et al.</i> (1991)
DF	déviations de la crête médiane	LM1	ASUDAS Turner <i>et al.</i> (1991)
R	nombre de racine des molaires inférieures	LM1, LM2, LM3, Ldm1, Ldm2	ASUDAS Turner <i>et al.</i> (1991) (modifié*)
DC	développement des cuspidés	Udm1, Udm2, Ldm1, Ldm2	Hanihara (1961)

* Voir l'ANNEXE 4 pour les modifications effectuées dans les stades de codage.

Les MMD permettent de mesurer la distance biologique entre deux groupes sur la base des fréquences moyennes d'un ensemble de variations anatomiques enregistrées pour chacun d'eux. Plus la valeur du MMD est élevée, plus la distance entre les deux groupes est importante. Les différences sont significatives lorsque les valeurs de MMD sont supérieures à deux fois l'écart-type. Afin de visualiser les proximités entre les différents groupes, des clusters ont été réalisés selon la méthode de classification hiérarchique de Ward.

4.4. Étude morphométrique interne

La fiabilité des analyses menées en paléanthropologie dentaire sur un registre microtomographique (μ CT) a été testée et validée pour les aspects suivants : comparabilité entre les différents équipements μ CT, précision et fiabilité des mesures obtenues, protocole d'acquisition des données, répétabilité et reproductibilité des résultats (Kono 2004 ; Suwa et Kono 2005 ; Olejniczak 2006 ; Olejniczak et Grine 2006 ; Feeney et Olejniczak 2007 ; Olejniczak *et al.* 2007b ; Benazzi *et al.* 2014b). Dans la présente étude, les erreurs intra- et interobservateurs ont également été évaluées.

4.4.1. Acquisition des données microtomographiques

Dans le cadre du présent travail, les acquisitions μ CT de 86 individus datés du Magdalénien moyen au Néolithique, représentant un total de 423 dents isolées ou sur arcade, ont été réalisées à l'aide d'un microtomographe RX *in vivo* Skyscan 1076 (**FIGURE 4.8**). Ce registre virtuel a été constitué grâce à onze missions effectuées entre octobre 2011 et mai 2015 à la plateforme Montpellier RIO Imaging (MRI) de l'Université de Montpellier 2.



Figure 4.8. Microtomographe RX *in vivo* Skyscan 1076 de la plateforme MRI de l'Université de Montpellier 2.

Avec cet équipement, l'échantillon est placé au centre d'un cylindre d'acquisition aussi appelé lit d'acquisition (**FIGURE 4.9**). Deux dimensions de lit sont disponibles en fonction de la taille de l'échantillon, ce dernier ne devant pas dépasser 6,6 cm de diamètre et 20 cm de long. Afin d'assurer la stabilité lors de l'acquisition, les spécimens sont protégés dans un rouleau de film mousse en polyéthylène et/ou placés sur un cylindre de polystyrène (**FIGURE 4.9**). La source de rayons X et la caméra tournent autour de l'échantillon, la résolution au centre de l'acquisition est ainsi meilleure qu'à sa périphérie. Une numérisation complète du lit est d'abord effectuée, afin de recadrer et de centrer sur la portion du champ de vue contenant l'échantillon. Cette étape permet un gain de place (la taille des radiographies est réduite) et un gain de temps (la durée de l'acquisition est raccourcie). Une fois la zone d'intérêt définie, les radios ont été enregistrées selon les paramètres d'acquisition décrits dans le **TABLEAU 4.5** afin d'obtenir la meilleure qualité d'image possible. Plusieurs échantillons dentaires ont été regroupés et numérisés ensemble pour réduire les temps d'acquisition (**CF. FIGURE 4.9**), nécessitant une étape supplémentaire de traitement des images : la séparation des dents sur les coupes (**CF. SECTION 4.4.2.1**).

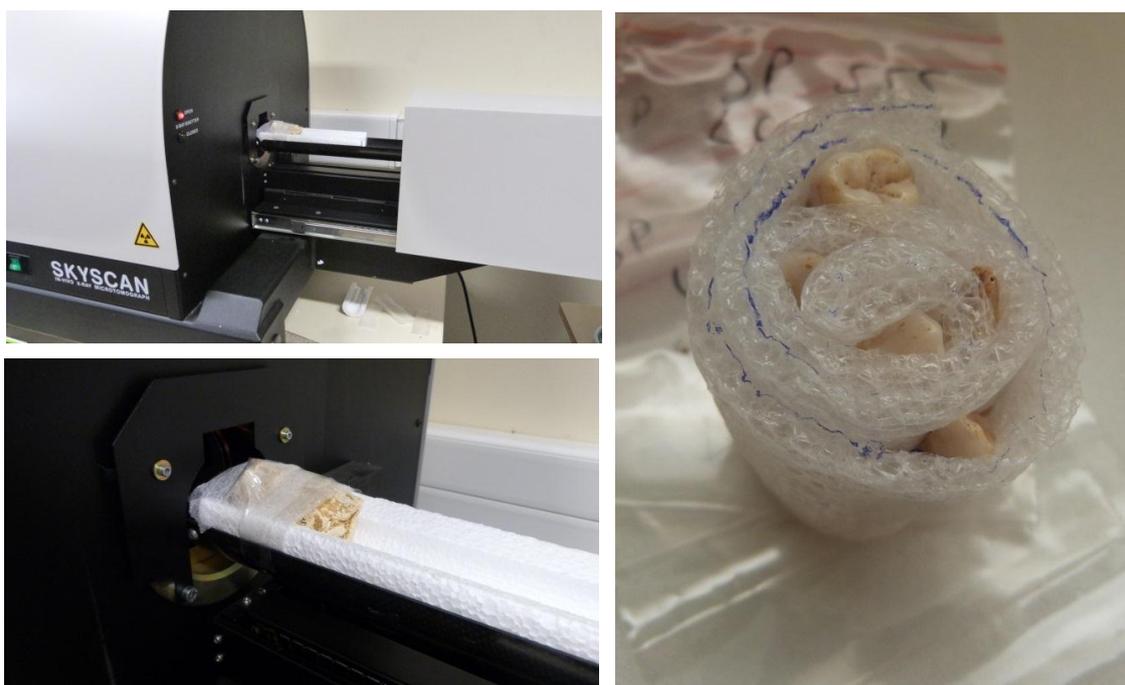


Figure 4.9. Positionnement des échantillons au centre du lit d'acquisition (à gauche) et regroupement de plusieurs dents isolées dans du film mousse en polyéthylène (à droite).

Les acquisitions μ CT de quatre individus provenant des sites de Chancelade, de La Madeleine et de La Piscine, soit 17 dents isolées ou sur arcade, ont été réalisées entre juillet 2007 et février 2013 à l'Université de Poitiers à l'aide d'un microtomographe Viscom X8050-16 « multi-échelle » (**FIGURE 4.10**). Avec cet équipement, le spécimen est placé sur un plateau

tournant sur lui-même en décrivant une rotation de 180° ou 360°, tandis que la source de rayons X et la caméra restent immobiles.



Figure 4.10. Microtomographe Viscom X8050-16 « multi-échelle » de l'Université de Poitiers.

4.4.2. Traitement des images

Avant d'extraire virtuellement les paramètres permettant la caractérisation de la morphométrie interne des dents, différentes étapes de traitement des images ont été réalisées.

4.4.2.1. Reconstruction des coupes

Les images obtenues à l'issue des acquisitions μ CT sont des radios en coupes de l'objet scanné (**FIGURE 4.11**). La reconstruction des coupes correspond à la transformation des radios en images constituées de niveaux de gris (images μ CT). Cette étape a été réalisée avec le logiciel NRecon 1.6.6 et 1.6.10 (Skyscan) pour les échantillons numérisés à l'Université de Montpellier 2, et avec le logiciel DigiCT 1.15 et 2.3.3 (DIGISENS) pour les échantillons numérisés à l'Université de Poitiers. La reconstruction de la totalité du champ d'acquisition n'a généralement pas été effectuée : elle s'est limitée à la région d'intérêt contenant les échantillons, permettant de réduire le temps de traitement. Les paramètres de reconstruction ont été optimisés afin de corriger, nettoyer et améliorer le signal enregistré (*e.g.*, réduction du durcissement de faisceau, diminution de l'effet de piquetage, réduction des artéfacts en anneaux). Les images μ CT reconstruites, dont un exemple est montré dans la **FIGURE 4.11**, ont été enregistrées au format TIFF (16 ou 8 bits). Le détail de leurs caractéristiques est donné dans le **TABLEAU 4.5**. La taille des pixels est comprise entre 17,93 μ m et 36,18 μ m pour les échantillons acquis avec le Skyscan 1076, et entre 14,46 μ m et 77,37 μ m pour ceux numérisés

avec le Viscom X8050-16. Les images μ CT ont été compilées grâce au logiciel Avizo 8.0 (Visualization Sciences Group, VSG). La fonction *Isosurface* permet de visualiser une reconstruction préliminaire de l'ensemble des volumes (**FIGURE 4.11**).

Dans la plupart des cas, les dents ont été regroupées dans une même acquisition. Elles ont ensuite été individualisées avec l'outil *Crop Editor* en se basant sur les rendus volumiques.



Figure 4.11. Radio (à gauche), image reconstruite (au centre) et rendu volumique correspondant (à droite), issus de l'acquisition μ CT de cinq dents isolées (LLdi1, URdm1, URdm2, ULdm2 et URM1) de l'enfant de Lafaye avant individualisation.

4.4.2.2. Segmentation et reconstruction de surface

La segmentation correspond à la séparation virtuelle des tissus dentaires (*i.e.* l'émail, la dentine et la pulpe²¹, et, pour les dents incluses, l'os du maxillaire ou de la mandibule) identifiés sur les images μ CT. À part dans les cas d'hypercémentose, une résolution de quelques dizaines de microns est insuffisante pour différencier la dentine de la fine couche de ciment (Kupczik et Hublin 2010 ; Zanolli 2011 ; Le Cabec *et al.* 2013), d'autant que la préservation du ciment sur des spécimens fossiles est très rare (Hillson 1996). Les différents types de dentine (primaire, secondaire, réactionnelle), s'ils sont présents (**CF. SECTION 1.1.4**), sont également difficile à distinguer du fait des niveaux de gris quasi identiques. Malgré l'utilisation de différents filtres (voir aussi Le Cabec *et al.* 2013), il n'est pas aisé d'isoler la dentine secondaire et le ciment lors de la segmentation (mais voir l'exemple de la LRM1 de La Piscine dans les **FIGURES 5.21 & 6.1**).

Toutes les dents ont fait l'objet d'une segmentation semi-automatique, suivie de corrections manuelles (*e.g.*, Kono 2004 ; Macchiarelli *et al.* 2006 ; Smith *et al.* 2006b, 2008 ; Bayle *et al.* 2009ab, 2010 ; Zanolli *et al.* 2010, 2014 ; Benazzi *et al.* 2011a ; Fornai *et al.* 2014).

²¹ Il s'agit en réalité du remplissage de la cavité pulpaire laissée vide après destruction post-mortem de la pulpe.

Tableau 4.5. Paramètres d'acquisition et caractéristiques des images reconstruites.

Site	Spécimen(s)	Fragment(s) d'arcade / dents isolées	Date acquisition	Équipement	Énergie (kV)	Intensité (μA)	Filtre	Rotation (degré °)	Avera- ging	Nombre d'intégra- tions par projections	Nombre de projections /360	Date reconstruction	Lissage	Taille (pixels)	Profondeur (bits)	Résolution (taille de pixel) (μm)
Auneau	AUN4	mandibule	29/01/2014	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,34	3	-	-	31/01/2014	2	752x848	16	36,18
Auneau	AUN3	mandibule + 1 dent isolée	29/01/2014	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,34	3	-	-	04/02/2014	2	1968x1968	16	36,18
Auneau	AUN4	maxillaire	29/01/2014	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,34	3	-	-	29/01/2014	2	1236x1236	16	36,18
Auneau	AUN2	mandibule	29/01/2014	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,34	3	-	-	29/01/2014	2	1208x832	16	36,18
Auneau	AUN5	mandibule	02/04/2014	Skyscan 1076	89	112	Al 0,5 mm	0,35	5	-	-	03/04/2014	2	1376x1368	16	36,18
Auneau	AUN5, AUN7	maxillaire + 3 dents isolées	02/04/2014	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,34	3	-	-	03/04/2014	2	1232x1496	16	36,18
Auneau	AUN_Neo-final	15 dents isolées	02/04/2014	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,34	3	-	-	03/04/2014	2	1000x1000	16	36,18
Baume Bourbon	BB71-SI-C6, BB-SII-C9, BB-SII-B9-1037	mandibule + 3 dents isolées	07/11/2012	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,34	3	-	-	08/11/2012	1	1680x1532	16	36,18
Baume Bourbon	BBSII-C9-949	mandibules	07/11/2012	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,34	3	-	-	07/11/2012	1	1288x1288	16	36,18
Bois Ragot	BR3-I6-n°2	1 dent isolée	11/06/2012	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	18/09/2012	2	1656x1512	16	17,93
Bréguières	BR-H-3406, 3428	2 mandibules	21/05/2015	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,34	4	-	-	25/05/2015	2	1000x1000	16	36,18
Bréguières	BR-H-3479, 6302	8 dents isolées	21/05/2015	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	22/05/2015	2	1700x1616	16	18,09
Bréguières	BR-H-6356, 6357	6 dents isolées	21/05/2015	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	22/05/2015	2	1652x1568	16	18,09
Bréguières	BR-H-3218, 3404, 20ou26	6 dents isolées	21/05/2015	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	22/05/2015	2	1572x1420	16	18,09
Chancelade	Chancelade 1	mandibule	25/11/2007	Viscom X8050-1	85	718	-	-	-	-	1500	-	-	977x977	8	77,37
Fauroux	Fauroux 5	1 dent isolée	11/06/2012	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	17/09/2012	2	1636x1672	16	17,93
Les Fieux	D2-5XII, D2-1020, D1- 7XI	3 dents isolées	12/06/2012	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	18/09/2012	2	1512x1168	16	17,93
Germignac	GRM-156-4	8 dents isolées	19/05/2015	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	22/05/2015	2	1556x1292	16	18,09
Gurgy	GLN-201, 277, 243B	6 dents isolées	25/10/2011	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	5	-	-	25/10/2011	1	1784x1788	8	17,93
Gurgy	GLN-301, 245A, 223	5 dents isolées	25/10/2011	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	3	-	-	02/11/2011	2	1644x1656	8	17,93
Gurgy	GLN-223, 215A	6 dents isolées	27/10/2011	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	28/10/2011	2	1804x1844	8	17,93
Gurgy	GLN-215B	4 dents isolées	27/10/2011	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	28/10/2011	2	1804x1844	8	17,93
Gurgy	GLN-277-243B-245B- 215B-248	12 dents isolées	08/11/2012	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	12/11/2012	2	1740x1744	16	18,09
Gurgy	GLN-206, 229, 245B, 248, 264, 289B, 292, 300	8 dents isolées	06/11/2012	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	13/11/2012	2	1716x1800	16	18,09
Gurgy	GLN-202, 206, 213	9 dents isolées	06/11/2012	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	13/11/2012	2	1660x1592	16	18,09
Gurgy	GLN-244	9 dents isolées	06/11/2012	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	16/11/2012	2	1580x1200	16	18,09
Gurgy	GLN-258, 279, 226	12 dents isolées	07/11/2012	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	08/11/2012	1	1616x1312	16	18,09
Gurgy	GLN-258	mandibule	07/11/2012	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	12/11/2012	2	1612x1660	16	18,09
Gurgy	GLN-308	maxillaire	07/11/2012	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,34	-	-	-	08/11/2012	-	1680x1532	16	36,18
Gurgy	GLN-201	11 dents isolées	08/11/2012	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	12/11/2012	2	1620x1656	16	18,09
Gurgy	GLN-215A, 215B	18 dents isolées	08/11/2012	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	12/11/2012	2	1792x1800	16	18,09
Gurgy	GLN-252, 253, 257, 291, 294	5 dents isolées	02/04/2014	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	03/04/2014	2	1740x1652	16	18,09
Houleau 2	H2-R14, R16, R17, R24, H37-66	6 dents isolées	12/06/2012	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	15/06/2012	2	1704x1736	16	17,93
Houleau 2	H2-R8, R12, R15, R25	6 dents isolées	12/06/2012	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	17/09/2012	2	1332x1364	16	17,93
Houleau 2	H2-R18, R1970, R22	4 dents isolées	29/08/2012	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,00	2	-	-	31/08/2012	2	1704x1592	16	17,93

(suite page suivante)

Site	Spécimen(s)	Fragment(s) d'arcade / dents isolées	Date acquisition	Équipement	Énergie (kV)	Intensité (μA)	Filtre	Rotation (degré °)	Avera- ging	Nombre d'intégra- tions par projections	Nombre de projections /360	Date reconstruction	Lissage	Taille (pixels)	Profondeur (bits)	Résolution (taille de pixel) (μm)
Lafaye	LF25	5 dents isolées	11/06/2012	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	17/09/2012	2	1636x1672	16	17,93
Lafaye	LF25	5 dents isolées	11/06/2012	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	19/09/2012	2	1584x1464	16	17,93
Lafaye	LF25	mandibule droite	11/06/2012	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	19/09/2012	2	1640x1804	16	17,93
Lafaye	LF25	mandibule gauche	12/06/2012	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	18/09/2012	0	1292x860	16	17,93
La Lède du Gurp	LdG1	maxillaire droit	13/11/2014	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,34	4	-	-	20/11/2014	2	1376x1224	16	36,18
La Madeleine	LM04	mandibule	27/07/2007	Viscom X8050-16	95	395	-	-	-	32	1800	23/07/2007	-	984x984	8	50,90
La Marche	LMR1, 2, 6, 7, 8	15 dents isolées	07/11/2012	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	19/11/2012	2	1696x1724	16	18,09
La Marche	LMR3, LMR4	mandibules	07/11/2012	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,34	3	-	-	08/11/2012	1	1684x1492	16	36,18
Le Morin	A2, A4, B1, B2ou3	5 dents isolées	11/06/2012	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	18/09/2012	2	1504x1696	16	17,93
Le Morin	A3-5	mandibule	12/06/2012	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,34	1	-	-	18/09/2012	2	1368x1368	16	35,88
Le Morin	A3-5	1 dent isolée	08/11/2012	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,34	2	-	-	13/11/2012	2	760x760	16	36,18
Moulin Neuf	MN1	2 dents isolées	11/06/2012	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	18/09/2012	2	1656x1512	16	17,93
Mykolas	LBG M10, LBG M11	6 dents isolées	13/11/2014	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	20/11/2014	2	1604x1464	16	18,09
Mykolas	LBG M09	7 dents isolées	13/11/2014	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	20/11/2014	2	1520x1284	16	18,09
Mykolas	LBG M09	6 dents isolées	13/11/2014	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	20/11/2014	2	1392x1072	16	18,09
Mykolas	LBG M10	8 dents isolées	13/11/2014	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	20/11/2014	2	1616x1368	16	18,09
Pendimoun	H2	maxillaire	07/11/2012	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,34	3	-	-	08/11/2012	1	1684x1568	16	36,18
Les Perrats	PER-C19, C20, 3021, 593	4 dents isolées	17/07/2013	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	17/07/2013	1	2000x2000	16	18,09
Les Perrats	PER-3221	mandibule	17/07/2013	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,34	4	-	-	17/07/2013	1	804x892	16	36,18
Les Perrats	PER-3221	2 dents isolées	17/07/2013	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	19/07/2013	2	1720x1772	16	18,09
Les Perrats	PER-Néo	9 dents isolées	18/07/2013	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,34	3	-	-	19/07/2013	2	880x880	16	36,18
Peyrazets	PRZ2-N6A-16	1 dent isolée	11/06/2012	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	18/09/2012	2	1656x1512	16	17,93
Peyrazets	PRZ12-L4B-d3, PRZ14-K6D-5	2 dents isolées	14/11/2014	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	3	-	-	20/11/2014	2	1612x1284	16	18,09
Les Peyrugues	PEY-12A-C3-162-11-12, PEY-12A-C3-162-17	2 dents isolées	12/06/2012	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	18/09/2012	2	1512x1168	16	17,93
La Piscine	Homo 3	1 dent isolée	21/09/2009	Viscom X8050-16	90	220	-	0,30	-	32	1200	06/05/2012	-	816x668	8	14,46
La Piscine	Homo 1	mandibule	19/02/2013	Viscom X8050-16	80	380	-	0,30	-	32	1200	20/03/2013	-	929x398	8	33,57
Rochereil	1976-n°1	maxillaire droit	12/06/2012	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	24/09/2012	2	1604x1716	16	17,93
Rochereil	1976-n°1	2 dents isolées	07/11/2012	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,34	3	-	-	08/11/2012	1	1680x1532	16	36,18
Troubat	T1-C6	1 dent isolée	11/06/2012	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	18/09/2012	2	1656x1512		17,93
Unikoté	UNI2-95-d8-2	1 dent isolée	12/06/2012	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	18/09/2012	2	1512x1168	16	17,93
La Vergne	LV-St7 adulte1	5 dents isolées	09/01/2012	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	09/01/2012	2	1688x1608	8	17,93
La Vergne	LV-St7 adulte1, LV-St7 immature	10 dents isolées	06/11/2012	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	06/11/2012	1	1792x1684	16	18,09
La Vergne	LV-St10 immature	6 dents isolées	06/11/2012	Skyscan 1076	100	100	Al 1,0 mm	0,20	2	-	-	13/11/2012	2	2000x2000	16	18,09

Sur une image μ CT, la frontière entre les tissus dentaires adjacents n'est pas abrupte, mais matérialisée par un continuum de valeur de niveaux de gris. La définition d'un seuillage, obtenu selon le protocole du *half-maximum heigh* (HMH, Spoor *et al.* 1993) adapté pour les modèles en 3D (Coleman et Colbert 2007), permet de distinguer clairement la limite entre les structures d'intérêt (**FIGURE 4.12**). La méthode originelle du HMH (Spoor *et al.* 1993) ne s'applique en effet que sur une seule image en deux dimensions (2D) : elle définit la valeur seuil comme étant la moyenne entre les valeurs maximale et minimale de niveaux de gris observées des deux côtés de la transition entre les tissus. Pour les modèles en trois dimensions (3D), cette opération est répétée sur dix images sélectionnées aléatoirement, puis la moyenne de ces dix mesures est considérée comme valeur seuil pour l'ensemble du registre μ CT (Coleman et Colbert 2007). Cette procédure a été effectuée grâce à la fonction *Plot Profile* du logiciel ImageJ 1.45 (Rasband 2011) dont l'histogramme permet de lire directement la valeur de niveau de gris se situant à l'interface entre deux tissus dentaires (**FIGURE 4.12**).

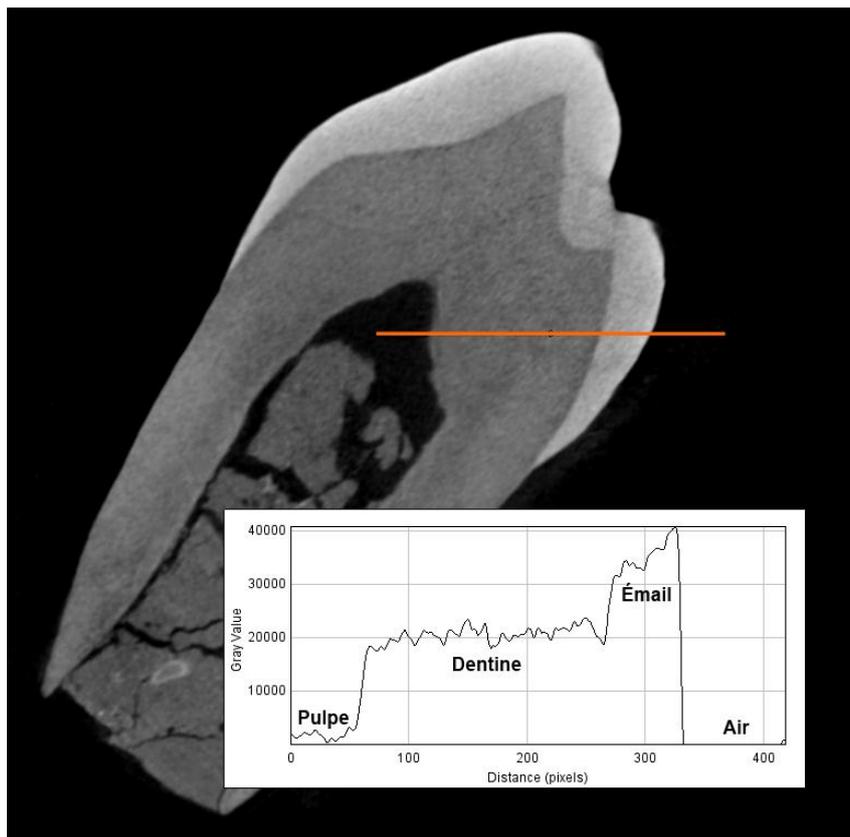


Figure 4.12. Protocole du HMH réalisé sur une LLP3 du Morin avec le logiciel ImageJ 1.45 (Rasband 2011). Le profil des valeurs de niveaux de gris permet de distinguer les valeurs des interfaces entre les tissus dentaires et l'air.

Les valeurs seuil obtenues aux différentes interfaces entre l'émail, la dentine et l'air ont été entrées dans la fonction *Multi-Thresholding* du logiciel Avizo 8.0 (VSG) permettant

d'effectuer la segmentation semi-automatique. Des corrections manuelles ont ensuite été appliquées sur les différents tissus, notamment pour la surface externe de l'émail et le comblement de la cavité pulpaire afin de reconstituer le volume de la pulpe. Le temps de segmentation manuelle est variable et dépend de nombreux paramètres : mauvais contraste entre les niveaux de gris des différents tissus (souvent lié à leur reminéralisation post-mortem) ; dent isolée ou incluse dans l'os alvéolaire ; présence de sédiment et/ou d'inclusions ; dégradations liées à la diagenèse ou la taphonomie (*e.g.*, météorisation, abrasion, dégradation d'origine végétale ou thermique, facturation, voir Boulestin 1999). Les corrections peuvent ainsi prendre une quinzaine de minutes dans les cas les plus simples (dent isolée, bon contraste entre les tissus, absence de sédiment et d'inclusions) ou s'étaler sur plusieurs heures dans les cas les plus complexes (dent sur arcade ou germe inclus dans l'os alvéolaire, forte reminéralisation des tissus entraînant une baisse de contraste, présences d'inclusions et de sédiment, dégradations taphonomiques, fissures).

Une fois la segmentation terminée, chaque dent a fait l'objet d'une reconstruction de surface par triangulation et lissage contraint grâce à la fonction *GenerateSurface* du logiciel Avizo 8.0 (VSG), suivant l'algorithme du « *marching cube* » (Lorensen et Cline 1987) avec les options *Constrained smoothing* et *Minimal edge length* de 0.4 (Kupczik et Hublin 2010). L'éditeur de surface permet d'isoler virtuellement les reconstructions 3D de chaque surface des différents tissus dentaires (**FIGURE 4.13**). Notamment, la surface externe de l'émail (SEE) et celle de la jonction émail-dentine (JED) serviront à calculer les distances lors de la réalisation des cartographies d'épaisseur de l'émail (**CF. SECTION 4.4.4.2**).

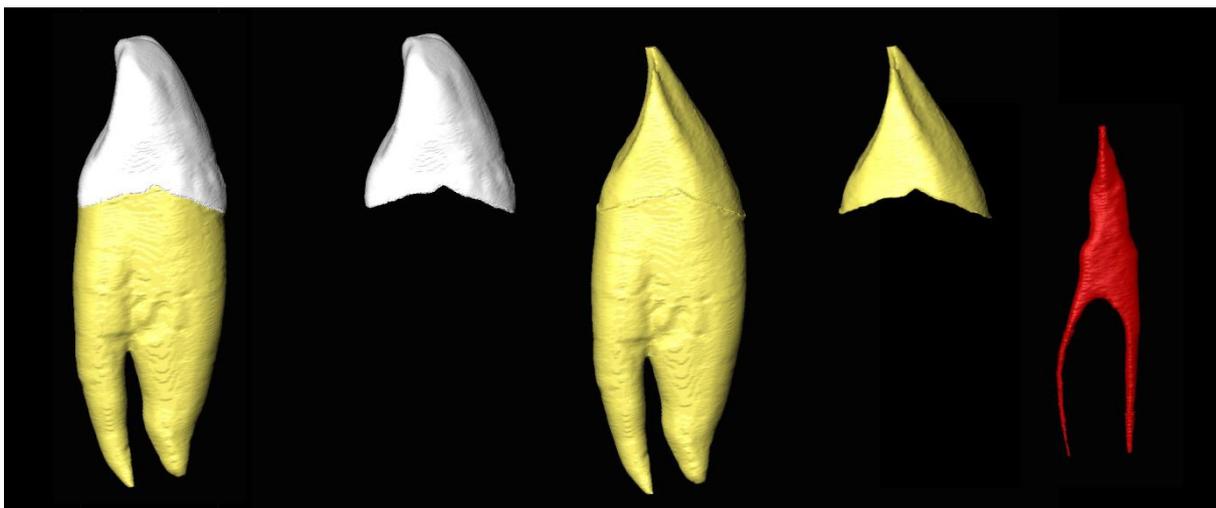


Figure 4.13. Isolation virtuelle des tissus dentaires (émail en blanc, dentine en jaune et, en rouge, cavité pulpaire laissée vide après destruction des tissus mous) d'une LRC des Perrats (vues distales). De gauche à droite : reconstruction de surface complète ; surface externe de l'émail (SEE) ; dentine complète ; jonction émail-dentine (JED) ; pulpe.

4.4.2.3. Plans de référence

Les aspects méthodologiques concernant la prise de mesures virtuelles et la position des plans de référence en paléoanthropologie dentaire ont été abordés par plusieurs chercheurs (Kono 2004 ; Tafforeau 2004 ; Olejniczak 2006 ; Olejniczak *et al.* 2008a ; Feeney *et al.* 2010b ; Benazzi *et al.* 2014b). En suivant le protocole de Martin (1985) pour effectuer une section histologique réelle, des méthodes non destructives basées sur des registres μ CT ont été développées pour définir les sections virtuelles nécessaires à l'analyse bi- et tridimensionnelle des dents (Kono 2004 ; Tafforeau 2004 ; Olejniczak 2006). Récemment, des lignes directrices ont été proposées pour un protocole standard, reproductible et adapté aux analyses 2D et 3D de l'épaisseur de l'émail chez les hominoïdes (Benazzi *et al.* 2014b). Pour toutes les classes de dent, ces auteurs recommandent que la ligne cervicale soit considérée comme la composante morphologique fondamentale pour, à la fois, isoler la couronne de la racine lors des analyses 3D et définir le plan de section virtuelle dans les analyses 2D.

Le plan de section idéal, défini par Martin (1985), passe par l'apex des cornes de dentine des cuspides mésiales et est perpendiculaire à la ligne cervicale de la dent. En raison de la sinuosité du collet et de l'impossibilité de localiser les cornes de dentine, il est difficile d'obtenir le plan idéal lorsque des sections histologiques sont réalisées. Lorsque le plan de section est mal défini, deux types d'obliquité peuvent alors être rencontrés : une obliquité angulaire, lorsque les cornes de dentine sont traversées mais que le plan de section n'est pas perpendiculaire à la ligne cervicale, et une obliquité médiolabiale, lorsque le plan est perpendiculaire mais qu'il ne passe pas par l'apex des cuspides mésiales. Ces deux types de section oblique provoquent une exagération de l'épaisseur de l'émail et une réduction de l'aire de la dentine, dans les deux cas (Martin 1985 ; Suwa et Kono 2005 ; Olejniczak 2006). L'utilisation de modèles 3D issus d'un registre μ CT permet de pallier ces limites. En plus de conserver l'intégrité physique du matériel, l'avantage de définir des plans de section virtuelle est de pouvoir répéter l'opération autant de fois que nécessaire afin de localiser précisément la position idéale du plan de section. Tafforeau (2004) a suggéré de définir le plan qui s'ajuste au mieux à la ligne cervicale comme plan de référence. Du fait de la sinuosité du collet, Olejniczak (2006) a proposé pour les molaires un plan de référence passant par l'apex de trois cornes de dentine, permettant de réaliser une section perpendiculairement à ce plan tout en passant par les deux cuspides mésiales. Ce protocole, plus facile à reproduire de manière fiable, donnerait des résultats similaires à ceux obtenus en utilisant le plan tangent à la ligne cervicale. Or ce plan n'est applicable que sur les molaires et, du fait de la différence de hauteur entre les trois cornes de dentine, il se révèle oblique par rapport à la ligne cervicale de l'émail (voir Benazzi *et al.* 2014b).

Ces méthodes, utilisant des techniques légèrement différentes, incluent des procédures dépendantes de l'opérateur pour la définition des plans. Benazzi *et al.* (2014) ont comparé les résultats obtenus selon les positions des plans de référence définis d'après trois méthodes. Pour les mesures obtenues lors de l'analyse 3D, il s'agit des plans suivants : un plan cervical s'ajustant au mieux à la ligne cervicale (Tafforeau 2004) ; un plan courbe suivant la ligne cervicale (Benazzi *et al.* 2014b) ; un plan basal défini comme la moyenne entre deux plans extrêmes et parallèles : le plan le plus apical contenant un cercle complet d'émail et le plan renfermant l'extension d'émail la plus proche de l'apex radicaire (Olejniczak 2006). Pour l'analyse 2D, la comparaison concerne le plan de section perpendiculaire au plan cervical s'ajustant au mieux à la ligne cervicale (Tafforeau 2004) ; le plan de section passant par deux points sur le diamètre cervical et l'apex des cornes de dentine (Feeney *et al.* 2010b) ; et le plan de section perpendiculaire à un plan passant par l'apex des trois cornes de dentine principale (Olejniczak 2006). Très peu de différences ont été relevées chez *Homo sapiens* pour les mesures d'épaisseur de l'émail en 2D et en 3D obtenues à partir de ces différents protocoles (Benazzi *et al.* 2014b).

Bien que la définition de tous ces plans soit dépendante de l'opérateur, le plan basal semble être celui dont la position, répétable et reproductible, s'ajuste au plus près du collet anatomique. Initialement développé sur des molaires (Olejniczak 2006 ; Olejniczak *et al.* 2008a), ce plan basal appliqué sur les incisives et les canines entraîne l'enlèvement d'une partie de l'émail en position buccale et linguale, et l'inclusion de dentine racinaire sur les côtés mésial et distal de la dent, du fait de la sinuosité plus importante de leur ligne cervicale. Un plan de section courbe aurait été plus approprié pour les dents antérieures, en suivant parfaitement la ligne cervicale (Benazzi *et al.* 2014b). Cependant, sa réalisation technique est plus complexe à mettre en œuvre et, pour une homogénéité de la méthode de séparation des couronnes et des racines sur l'ensemble des dents, la position du collet anatomique et le plan basal ont été privilégiés.

Ainsi, dans le présent travail, les couronnes de toutes les dents ont été virtuellement séparées des racines en positionnant un plan basal, selon la méthode développée par Olejniczak (2006 ; Olejniczak *et al.* 2008a). À partir des reconstructions de surface des dents, l'outil *Slice* du logiciel Avizo 8.0 (VSG) et l'option *Rotate* sont utilisés pour localiser la position du plan tangent à la ligne cervicale de l'émail et s'ajustant au mieux au collet anatomique. Une fois identifié, ce plan est déplacé grâce à l'option *Translate* afin de trouver deux sections extrêmes : le plan le plus apical renfermant un cercle complet d'émail et le plan le plus proche de l'apex radicaire contenant la dernière occurrence d'émail. Le plan basal correspond au plan médian entre ces deux sections extrêmes. Pour enregistrer sa position sur la

reconstruction de la dent, la fonction *ApplyTransform* est appliquée sur le *Slice*, avec une interpolation *Lanczos*, un mode *extended* et un *padding value* de 0. La pile d'images réorientées selon le plan basal est sauvegardée au format TIFF. L'éditeur de segmentation permet ensuite de couper virtuellement la couronne de la racine, en attribuant les tissus situés au-dessus de ce plan basal à la couronne.

Pour l'analyse 2D, le plan de section des molaires a été créé à partir des reconstructions en 3D, en suivant la définition du plan de section idéal de Martin (1985) : il est comparable à celui obtenu à partir des sections histologiques. Avec le logiciel Avizo 8.0 (VSG), des landmarks ont été placés sur l'apex des cornes de dentine mésiales (protocône et paracône pour les molaires supérieures ; protoconide et métaconide pour les molaires inférieures). Un *Slice* passant par ces deux landmarks est ensuite positionné perpendiculairement au plan basal défini précédemment. Pour les prémolaires, la méthode de Feeney *et al.* (2010b) a été adaptée : des landmarks sont également positionnés au sommet des cornes de dentines principales (protocône et paracône pour les prémolaires supérieures ; protoconide et métaconide pour les prémolaires inférieures), le plan de section, perpendiculaire au plan basal, passe par ces deux landmarks. Pour les molaires et prémolaires présentant une usure occlusale modérée affectant l'apex des cornes de dentine, la position des landmarks a été estimée en se basant sur la morphologie des cornes de dentine non usées. Enfin, pour les incisives et les canines, le plan de section a été positionné en adaptant la méthode de Feeney *et al.* (2010b). Deux landmarks sont placés sur la ligne cervicale au niveau des extensions cervicales maximales de l'émail en position buccale et linguale ; le plan de section passe par ces deux landmarks et est perpendiculaire au plan basal défini précédemment. La pile d'images réorientées selon ce plan de section virtuelle a été obtenue grâce à la fonction *ApplyTransform* du logiciel Avizo 8.0 (VSG), puis a été enregistrée au format TIFF.

4.4.3. Proportions des tissus dentaires

4.4.3.1. Mesures surfaciques et volumiques 3D

À partir des reconstructions de surfaces et du plan basal, les variables illustrées sur la **FIGURE 4.14** ont été mesurées (*e.g.*, Kono 2004 ; Olejniczak *et al.* 2008a ; Benazzi *et al.* 2014b) : le volume total de la couronne (C_{vol} , mm^3) ; le volume de l'émail (E_{vol} , mm^3) ; le volume de la dentine coronaire (D_{vol} , mm^3) ; le volume de la pulpe coronaire (P_{vol} , mm^3) ; le volume de la dentine et de la pulpe dans la couronne (DP_{vol} , mm^3), l'aire de la jonction émail-dentine (S_{EDJ} , mm^2), l'aire du plan basal (S_{cervix} , mm^2) et le pourcentage du volume de la dentine et de la pulpe dans la couronne ($\%DP_{vol}$, %). Ces mesures ont été obtenues avec la fonction *Material Statistics* du logiciel Avizo 8.0 (VSG).

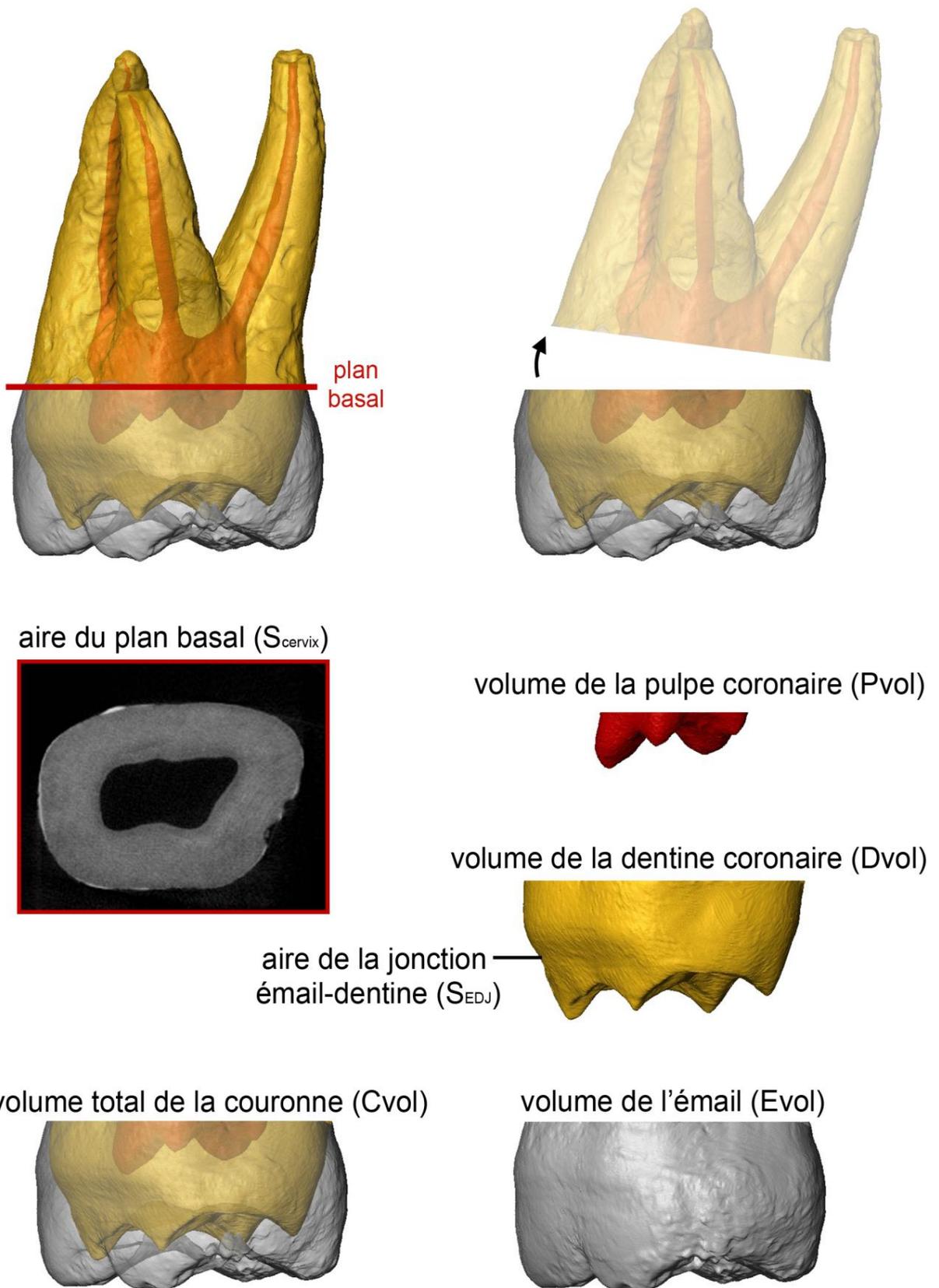


Figure 4.14. Reconstruction 3D de surface d'une UM2 de Gurgy montrant les tissus dentaires en transparence (émail en gris, dentine en jaune et pulpe en rouge). La position du plan basal permet de séparer virtuellement la couronne et les racines, et de mesurer les variables surfaciques et volumiques 3D.

4.4.3.2. Mesures linéaires et surfaciques 2D

À partir des plans de sections obtenues virtuellement, les variables illustrées dans la **FIGURE 4.15** ont été mesurées (*e.g.*, Martin 1985 ; Grine 2005 ; Mahoney 2010) : l'aire totale de la couronne (a , mm²) ; l'aire de l'émail (c , mm²) ; l'aire de la dentine coronaire, pulpe incluse (b , mm²) ; la longueur de la jonction émail-dentine (e , mm) et le diamètre bi-cervical (BCD, mm) et le pourcentage d'aire de la dentine et de la pulpe dans la couronne (% b , %). Ces mesures ont été obtenues grâce au logiciel MPSAK v.2.9 (développé par L. Bondioli (Museo L. Pigorini, Rome), disponible dans Dean et Wood (2003)). Pour les dents faiblement usées à modérément usées, une correction en 2D de la surface externe de l'émail a été effectuée avant de prendre les mesures (**FIGURE 4.15**). L'émail et la dentine perdus par l'usure ont été reconstruits en se basant sur la morphologie observée pour les dents non usées à partir des sections virtuelles (Smith *et al.* 2012). Cette estimation est répétable et reproductible pour des dents avec une usure occlusale inférieure aux stades 4 de Molnar (1971a) et de Smith (1984), d'après les tests intra- et interobservateurs.

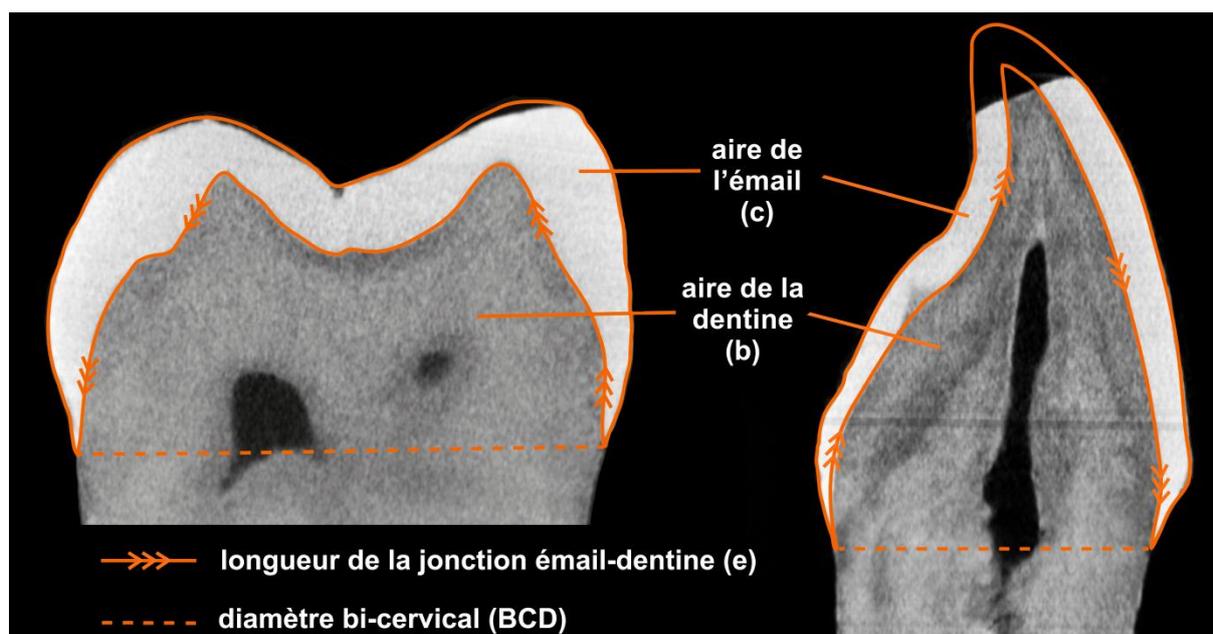


Figure 4.15. Sections virtuelles d'une UM2 (à gauche) et d'une UI1 (à droite) de Gurgy montrant les mesures linéaires et surfaciques 2D.

Avec une usure importante, une formation de dentine secondaire (**CF. SECTION 1.1.4**) peut avoir lieu dans la chambre pulpaire (*e.g.*, Kupczik et Hublin 2010). De ce fait, des mesures de dentine et de pulpe isolées l'une de l'autre ne sont plus comparables avec des dents n'ayant que de la dentine primaire. Les dents sélectionnées ici, pour l'analyse des proportions des tissus dentaires en 3D et en 2D, sont faiblement à modérément usées et présentent un degré inférieur ou égal à 4 (Molnar 1971a).

Les taux des erreurs intra- et interobservateurs sont inférieurs à 5% pour toutes les variables mesurées sur des dents avec un stade d'usure inférieur ou égal au degré 3 (Molnar 1971a). Les erreurs sont cependant plus grandes pour le degré 4. Les analyses quantitatives ont été menées par types de dents présentant des degrés d'usure équivalents. Les tests *t* de Student et *F* de Fisher ont été utilisés pour comparer les moyennes et les variances, respectivement, de chaque variable linéaire, surfacique et volumique.

4.4.4. Caractérisation de l'épaisseur de l'émail

Différents paramètres ont été utilisés pour analyser l'épaisseur de l'émail. Les calculs des indices reposent sur les variables mesurées pour les proportions des tissus dentaires, et incluent donc des dents avec une usure inférieure ou égale au degré 4 de Molnar (1971a). Les dents avec une usure plus importante ont été utilisées pour la réalisation des cartographies 3D ainsi que pour l'analyse de la variation topographique et des épaisseurs linéaires de l'émail.

4.4.4.1. Indices d'épaisseurs de l'émail

Initialement développées pour les analyses 2D (Martin 1985), puis adaptées pour les variables 3D (Kono 2004), l'épaisseur moyenne de l'émail (AET) et l'épaisseur relative de l'émail (RET) ont été calculés en 2D et en 3D. À partir des mesures surfaciques et volumiques 3D, les indices en 3D des épaisseurs moyennes (AET3D, mm) et relatives de l'émail (RET3D, sans dimension) ont été calculés selon les formules ci-dessous :

$$AET3D = \frac{Evol}{S_{EDJ}} \quad \text{et} \quad RET3D = \frac{AET3D \times 100}{\sqrt[3]{DPvol}}$$

Les mesures linéaires et surfaciques 2D ont, quant à elles, permis de calculer les indices en 2D de l'épaisseur moyenne de l'émail (AET2D, mm) et de l'épaisseur relative de l'émail (RET2D, sans dimension), selon les formules suivantes :

$$AET2D = \frac{c}{e} \quad \text{et} \quad RET2D = \frac{AET2D \times 100}{\sqrt{b}}$$

Ces deux indices AET et RET ne traduisent pas le même type d'informations (**CF. SECTION 1.4.1**). L'indice AET fournit une mesure de la sécrétion moyenne des améloblastes. Chez les primates anthropoïdes, une relation allométrique a été démontrée entre l'aire de la dentine (*b*) et la taille/masse du corps (Kay 1981 ; Martin 1985). Ainsi, l'augmentation de l'épaisseur de l'émail serait liée à l'augmentation de la taille des dents. Pour s'affranchir de cet effet, Martin (1985) a défini le RET qui standardise l'AET par la racine carrée de l'aire de la dentine (*b*).

Le RET permet ainsi de comparer l'épaisseur de l'émail de différentes classes de dents d'un individu et les dents de différents taxons (Martin 1985). Or le codage génétique de l'émail est indépendant des gènes qui codent pour la taille des dents (Hlusko *et al.* 2004b ; Hlusko 2016), ce qui suggère que des alternatives au calcul du RET doivent être envisagées, par exemple le calcul de l'épaisseur moyenne de la dentine (ADT, Bayle et Dean 2013).

Les tests *t* de Student et F de Fisher ont été utilisés pour comparer les moyennes et les variances des indices d'épaisseurs de l'émail. Des boîtes à moustaches ont permis d'identifier les variations des indices AET et RET entre les individus des différents périodes. Les boîtes représentent la distribution des valeurs autour de la médiane, tandis que les moustaches correspondent à l'étendue. La variation de l'indice RET est également visualisable sur un graphique bivarié comprenant le logarithme du AET en abscisse et le logarithme de la dentine (b en 2D ou DPvol en 3D) en ordonnée (voir Skinner *et al.* 2015).

4.4.4.2. Cartographie de l'épaisseur de l'émail

Sur l'ensemble de la couronne, la distance entre la surface externe de l'émail (SEE) et la jonction émail-dentine (JED) (CF. SECTION 4.4.2.2) a été calculée grâce à la fonction *SurfaceDistance* du logiciel Avizo 8.0 (VSG). La variation d'épaisseur de l'émail est représentée sur une cartographie en 3D (FIGURE 4.16) grâce à une échelle chromatique allant du bleu foncé pour les épaisseurs les plus faibles au rouge pour les épaisseurs les plus fortes. Ces cartographies permettent de voir les variations de la distribution de l'émail sur l'ensemble des couronnes, et d'identifier des différences entre les individus, les sites ou les périodes.

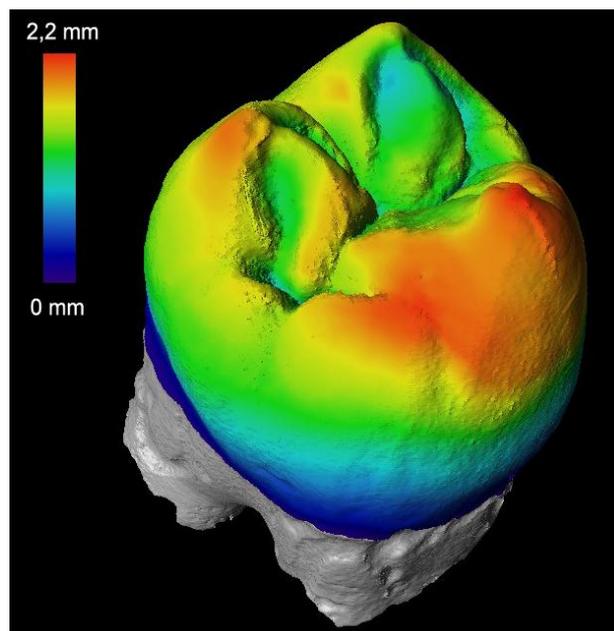


Figure 4.16. Cartographie en 3D de la distribution de l'émail d'une UM2 de Gurgy.

4.4.4.3. Variation topographique de l'épaisseur de l'émail

À partir des sections virtuelles, la variation topographique de l'épaisseur standardisée de l'émail a été mesurée sur les faces buccales et linguales des dents. Grâce au logiciel MPSAK v.2.9 (disponible dans Dean et Wood 2003), les mesures standardisées ont été prises du collet vers l'apex de la couronne, avec un pas de 0,25 mm (**FIGURE 4.17**). Les valeurs ont été calibrées par rapport au diamètre bi-cervical, défini à 6 mm pour les dents antérieures et les prémolaires, et à 10 mm pour les molaires (Macchiarelli *et al.* 2007). Les profils de variation topographique ainsi réalisés ont permis de visualiser des différences d'épaisseurs standardisées de l'émail non influencées par l'usure occlusale.

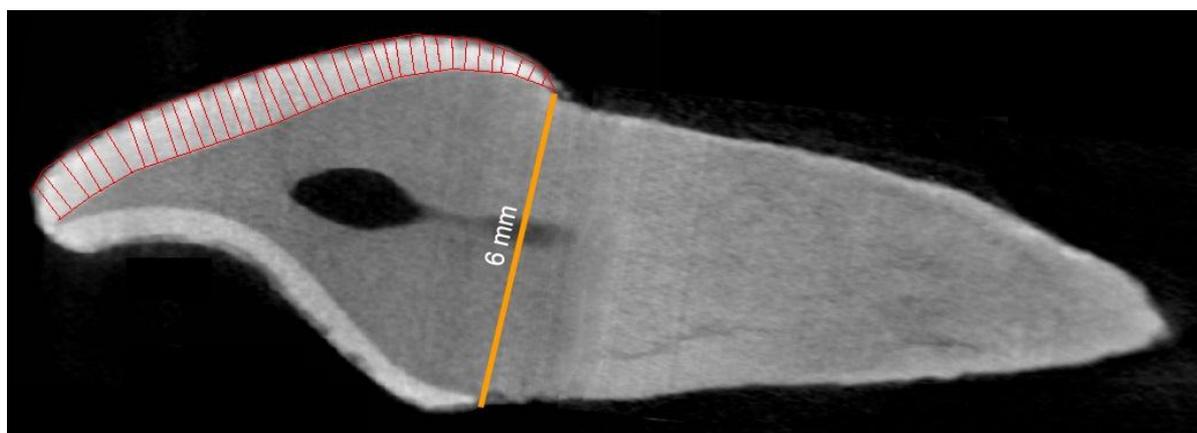


Figure 4.17. Variation topographique de l'épaisseur de l'émail (en rouge) de la face buccale d'une UI1 de Gurgy, calibrée par rapport au diamètre bi-cervical.

4.4.4.4. Épaisseurs linéaires de l'émail

Pour les molaires permanentes et déciduales, les épaisseurs linéaires de l'émail ont été mesurées à partir des sections virtuelles passant par les cuspidés mésiales. Avec le logiciel MPSAK v.2.9 (disponible dans Dean et Wood 2003), six mesures linéaires ont été prises (**FIGURE 4.18**) : les épaisseurs latérales de la cuspide linguale (LLT²², mm) et de la cuspide buccale (BLT, mm), les épaisseurs de l'apex de la cuspide linguale (LCT, mm) et de la cuspide buccale (BCT, mm) et les épaisseurs occlusales de la cuspide linguale (LOT, mm) et de la cuspide buccale (BOT, mm) (Beynon et Wood 1986 ; Grine 2005 ; voir Mahoney 2010 pour des détails de méthodologie et de terminologie). Afin de détecter s'il existe des différences significatives entre les cuspidés et entre les différentes zones au sein d'une même cuspide, seules les molaires pas usées ou faiblement usées (degré inférieur ou égal à 3 de Molnar 1971a). Le test *t* de Student a été utilisé pour comparer les moyennes des mesures linéaires de l'épaisseur de l'émail entre les individus, et entre les différentes périodes.

²² LLT correspond à LST, et BLT à BST dans Mahoney (2010). Des détails sur la correspondance entre les différentes abréviations proposées par les différents auteurs sont présentés dans Mahoney (2010).

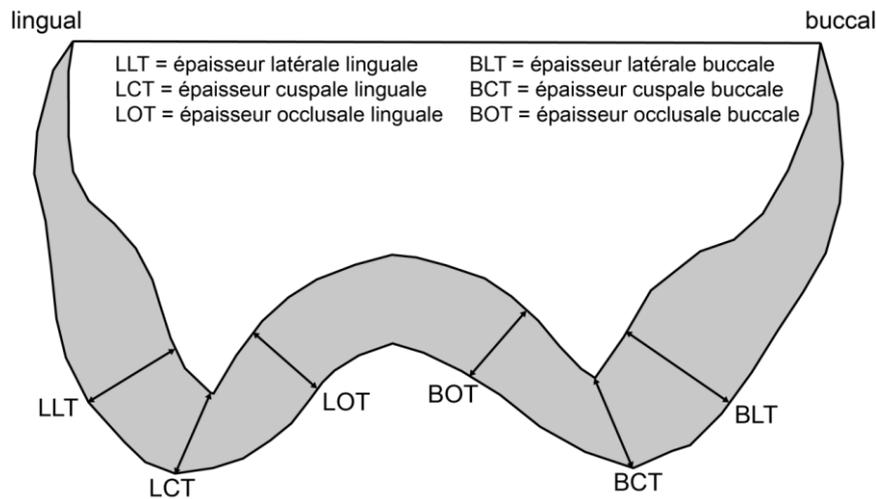


Figure 4.18. Épaisseurs linéaires de l'émail extraites au niveau des cuspides mésiales des molaires, illustrées sur une section virtuelle d'une UM2.

4.4.5. Morphométrie géométrique 3D de la jonction émail-dentine

Déjà en plein essor dès les années 90 dans les domaines de la biométrie et de l'anatomie, la comparaison des structures morphologiques et l'analyse des variations de formes par morphométrie géométrique était largement utilisée pour capturer la géométrie des structures à partir d'un ensemble de points repères en 2D (*e.g.*, Rohlf et Slice 1990 ; Bookstein 1991, 1996 ; Lynch *et al.* 1996 ; Adams *et al.* 2004). Ces dernières années, les techniques d'imagerie à haute résolution ont permis d'étudier la forme des structures internes et la morphométrie géométrique 3D a connu un développement important en anthropologie virtuelle (*e.g.*, Mitteroecker et Gunz 2009 ; Weber et Bookstein 2011 ; Weber 2014).

Les méthodes de morphométrie géométrique permettent d'étudier la forme d'un objet en dissociant ses deux composantes : taille (*size*) et conformation (*shape*). La première étape fondamentale consiste à collecter en 2D ou en 3D des coordonnées de points anatomiques (*landmark*), placés sur des structures biologiques homologues. Les différents types de landmarks renvoient à leur homologie de positionnement (Bookstein 1991 ; Gunz *et al.* 2005 ; Weber et Bookstein 2011) : les landmarks de type 1 correspondent à des points placés à l'intersection entre différents tissus ; les landmarks de type 2 identifient l'extrême courbure d'une structure ; ceux de type 3 sont définis localement par les informations de plusieurs courbes ou par symétrie ; les points de type 4 sont des semilandmarks placés sur des courbes ; ceux de type 5 sont des semilandmarks collectés sur des surfaces ; enfin les points de type 6 correspondent à des semilandmarks « construits » arbitrairement ou pseudolandmarks.

La seconde étape essentielle est de rendre comparables les différents objets par superposition procruste, méthode permettant de quantifier les variations de taille et de conformation d'un groupe d'objets (Rohlf et Slice 1990 ; Bookstein 1991, 1996 ; Zelditch et Swiderski 2004 ;

Slice 2005 ; Weber et Bookstein 2011). La superposition procruste est composée de trois étapes : centrage, mise à l'échelle et rotation (**FIGURE 4.19**). Effectué par translation, le

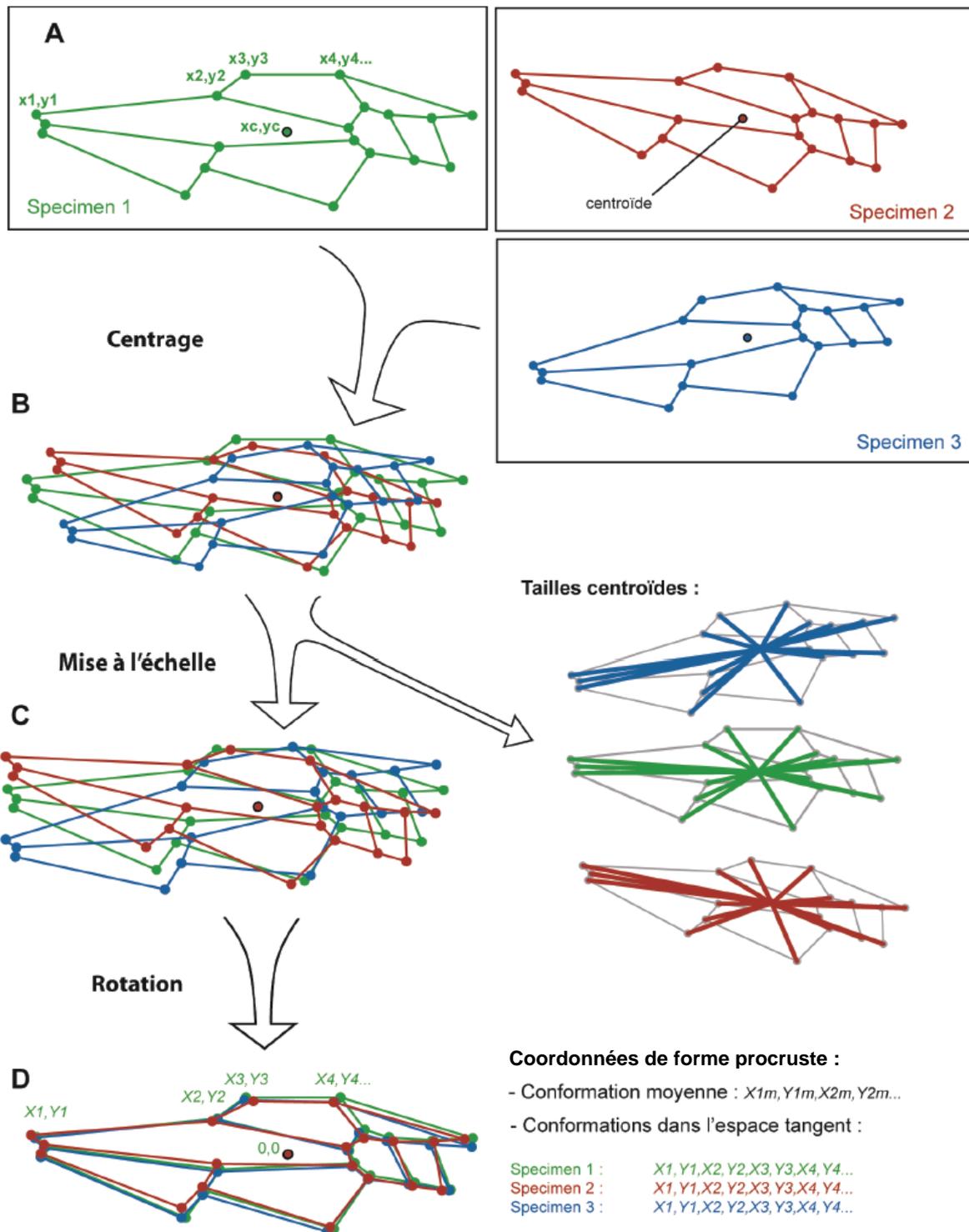


Figure 4.19. Les trois étapes de la superposition procruste, illustrées à partir de landmarks positionnés sur des ailes de guêpes. A : centrage sur une origine commune par translation ; B : mise à l'échelle par rapport à une taille centroïde unique ; C : rotation pour minimiser la somme des distances carrées entre les landmarks homologues ; D : résultat de la superposition procruste. Les coordonnées des landmarks pour les conformations résultantes sont appelées des coordonnées de forme procruste. Modifié d'après Perrard (2012).

centrage aligne toutes les conformations selon leur centre de gravité, appelé centroïde ; la mise à l'échelle des coordonnées des landmarks permet à chaque configuration de posséder une taille centroïde²³ unique ; et la rotation des configurations minimise la somme totale des distances carrées entre les (semi)landmarks correspondants (**FIGURE 4.19**). Une diversité de tests permet de quantifier les différences entre les objets en termes de distance entre chaque (semi)landmark. Les représentations visuelles accompagnant ces tests rendent possible l'interprétation directe des changements de conformation. L'allométrie correspond aux changements de conformation corrélés aux changements de taille.

Dans ce travail, la variation et la microévolution de la morphologie de la jonction émail-dentine (JED) a été explorée pour les UM2 datées de la fin du Pléistocène au début de l'Holocène, dont l'effectif est plus important (n = 34) et l'usure moins prononcée que pour les UM1. De plus, le développement des M2 est plus corrélé que celui des M3 à la maturation somatique et sexuelle (Garn *et al.* 1962).

Par rapport aux méthodes généralement proposées pour des questions macroévolutives (*e.g.*, Skinner *et al.* 2008b, 2009b), le choix d'un nombre élevé de landmarks et de semilandmarks dans le présent travail a permis de quantifier finement les changements morphologiques de la JED dans un contexte microévolutif. Avec le logiciel Viewbox 4 (dHAL, Kifissia, Grèce), un modèle 3D (*template*) de 114 points a été créé à partir d'un assemblage de trois jeux de landmarks 3D (**FIGURE 4.20**) : des landmarks anatomiques (en noir), des semilandmarks de courbe (en gris) et des semilandmarks de surface (en blanc) (*e.g.*, Gunz *et al.* 2005 ; Skinner *et al.* 2008a, b ; Coquerelle *et al.* 2011 ; Gunz et Mitteroecker 2013 ; Polychronis *et al.* 2013). Le premier jeu inclut cinq landmarks anatomiques : quatre ont été placés sur le sommet des cornes de dentine correspondant aux quatre cuspides principales (*i.e.* protocône, paracône, métacône et hypocône) et un dans la partie la plus basse du bassin occlusal. Le second jeu est composé de 52 semilandmarks de courbe : 17 ont été disposés le long du sommet de la crête reliant les trois cornes de dentine du protocône, du paracône et du métacône, cinq ont été placés sur la crête entre le métacône et l'hypocône, et enfin 30 semilandmarks de courbe ont été collectés le long de la jonction émail-cément. Le troisième jeu de points contient 57 semilandmarks de surface distribués le plus uniformément possible sur la surface du bassin occlusal et sur les parois de la jonction émail-dentine. Bien que seules des UM2 non usées ou faiblement usées aient été sélectionnées (stade inférieur ou égal à 3 de Molnar (1971a)), quelques dents (n = 6) ont montré des expositions minimales de dentine. Dans ces cas, une

²³ La taille centroïde est une mesure de la dispersion des points repères de la conformation par rapport au centroïde. Elle correspond à la racine de la somme des carrés des distances entre chaque point repère et le centroïde. La mise à l'échelle se fait en divisant chaque coordonnée par la taille centroïde de la conformation.

légère reconstruction du sommet des cornes de dentine a été réalisée sous Avizo 8.0 (VSG) avant de placer virtuellement les landmarks, en se basant sur la morphologie des cornes de dentines des dents non usées.

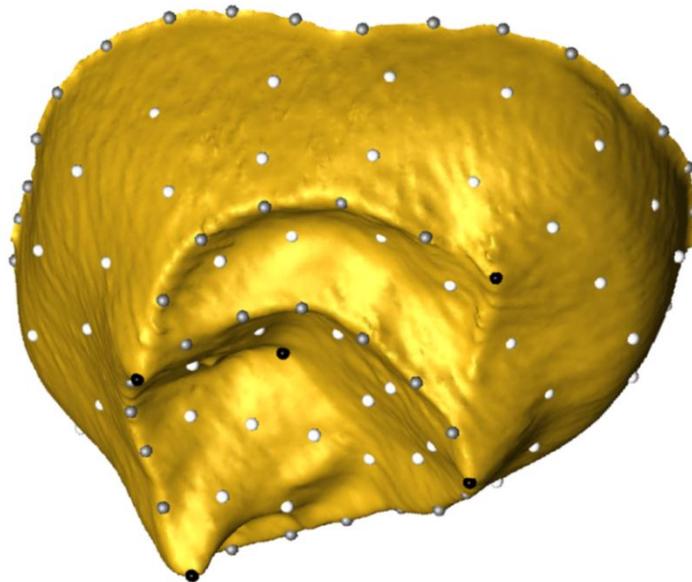


Figure 4.20. Modèle 3D (*template*) de la jonction émail-dentine pour une UM2 de Gurgy. Les landmarks sont en noir, les semilandmarks de courbe en gris, et les semilandmarks de surface en blanc.

Le modèle 3D (**FIGURE 4.20**) a été appliqué sur la JED de chaque spécimen par la fonction d'interpolation des plaques minces (*thin-plate splines*, TPS), et les points ont été projetés sur la surface de la JED ciblée. Issue des sciences de l'ingénieur, la méthode des TPS simule les déformations d'un objet sous l'influence d'une force donnée. Plus précisément, elle calcule l'énergie nécessaire pour déformer une plaque métallique infiniment mince de telle sorte que des points de repères se trouvant sur cette plaque atteignent les positions correspondantes sur une configuration cible. En biologie, l'application des TPS à des problématiques morphologiques s'appuie essentiellement sur le principe des grilles de déformations, publié initialement en 1917 par d'Arcy Thompson, puis réédité en 1992 (Thompson 1992). Superposée à une forme biologique de départ, la grille est déformée pour reproduire la configuration de la forme finale (forme de comparaison) permettant ainsi de localiser et de visualiser les différences principales entre les deux formes.

Durant le protocole de placement des points sur la JED, les semilandmarks ont été autorisés à glisser (*sliding*) le long des courbes et des surfaces dans le but de minimiser l'énergie de déviation (*bending energy*) des TPS entre la JED de chaque spécimen et la forme moyenne procruste (Gunz *et al.* 2005 ; Mitteroecker et Gunz 2009). Après *sliding*, les landmarks et les

semilandmarks ont été traités comme des points homologues (Gunz *et al.* 2005) et convertis en coordonnées de forme par une superposition procruste (Rohlf et Slice 1990 ; Bookstein 1996 ; Mitteroecker et Gunz 2009), incluant les trois étapes de centrage, mise à l'échelle, et rotation (CF. **FIGURE 4.19**). Une analyse en composante principale (ACP) a été réalisée sur la matrice des coordonnées de forme augmentées par le logarithme naturel de la taille centroïde : cela correspond à une ACP dans un espace de forme (Mitteroecker *et al.* 2004). La première composante traduit généralement la variation globale de taille ainsi que la variation de forme liée à la taille (allométrie), alors que les composantes principales suivantes contiennent des informations résiduelles de variation de forme, non allométriques et peu corrélées à la taille.

4.5. Synthèse sur les méthodes d'analyses

Le détail des données qualitatives et quantitatives recueillies est récapitulé dans l'**ANNEXE 5**. Les analyses métriques et morphologiques ont été réalisées sur les échantillons dentaires selon deux niveaux d'accès – interne et externe – afin de caractériser la variation et de l'évolution de l'architecture des couronnes dentaires. L'ensemble des analyses effectuées sur les vestiges provenant d'un même site est synthétisé dans le **TABLEAU 4.6**.

Tableau 4.6. Synthèse des différents types d'analyses menés sur les restes dentaires provenant des différents sites.

Site	Métrique externe	Morphologie externe	Métrique interne	Morphologie interne
Auneau	original	original	original	original
Baume Bourbon	original	original	original	original
Baume de Montclus	Vallois et de Felice (1977)			
Bois Ragot	Henry-Gambier (2005)	original	original	
Les Bréguières	original	original	original	
Cap-Blanc	Fraye (1978)			
Chancelade	Fléchier <i>et al.</i> (1976), original	original	original	
Le Cheix	Verdène (1975)			
Combe-Capelle	Fraye (1978)			
Culoz sous Balme	Fraye (1978)			
Cuzoul de Gramat	Verdène (1975)			
Fauroux	Gambier et Lenoir (1991)	original	original	
Les Fieux	original	original	original	

(suite page suivante)

(suite)	Métrique externe	Morphologie externe	Métrique interne	Morphologie interne
Germignac	original	original	original	original
Gurgy	original	original	original	original
Hoëdic	Frayer (1978)			
Houleau 1	Gambier et Lenoir (1991)			
Houleau 2	original	original	original	
Lafaye	Genet-Varcin et Miquel (1967), Le Roy (2011), original		original	original
La Lède du Gulp	original	original	original	original
La Madeleine	Heim (1991)	original	Bayle (2008b), original	
La Marche	original	original	original	original
Le Morin	Gambier et Lenoir (1991), original		original	original
Moulin Neuf	original	original	original	
Mykolas	original	original	original	original
Pendimoun	original	original	original	original
Les Perrats	original	original	original	original
Le Peyrat	Frayer (1978)			
Peyrazet	original	original	original	
Peyrugues	original	original	original	
La Piscine	original	original	original	
Poeymaü	Vallois et de Felice (1977)			
Pont d'Ambon	Gambier (1994)			
Le Rastel	Frayer (1978)			
Roc de Cave	Bresson (2000)			
Rochereil	Fléchier <i>et al.</i> (1976), original	original	original	
Saint-Germain-la-Rivière	Gambier et Lenoir (1991)			
Téviéc	Caillard (1975), Verdène (1975), Frayer (1978), original			
Troubat	original	original	original	
Unikoté II	original	original	original	
La Vergne	original	original	original	
Veyrier	Voisin <i>et al.</i> (2012)			

5. Résultats

5. Résultats

Les variations des types d'usure occlusale entre la fin du Paléolithique supérieur, le Mésolithique et le début du Néolithique, puis les différences entre deux populations néolithiques sont examinées (**SECTION 5.1**). Ensuite, la variabilité et l'évolution de la structure externe (**SECTION 5.2**) et de la structure interne (**SECTION 5.3**) sont présentées : les résultats sont détaillés pour chacune des périodes, puis les tendances évolutives entre la fin du Paléolithique et le début du Néolithique sont identifiées. La microévolution de la structure interne est ensuite explorée à l'échelle locale pour deux sites mésolithiques et néolithiques (**SECTION 5.3.4**). La structure interne des UM2 est utilisée pour évaluer les proximités biologiques interindividuelles au sein d'une nécropole néolithique (**SECTION 5.3.5**). Enfin, l'hypothèse d'une sélection de l'épaisseur de l'émail en réponse à l'usure occlusale est testée et comparée entre deux populations néolithique et médiévale (**SECTION 5.3.6**).

5.1. Usure occlusale

Pour toutes les dents de la fin du Paléolithique supérieur, du Mésolithique et du début du Néolithique, l'usure occlusale a été codée afin d'identifier des différences de degré, de direction et de forme d'usure, directement en lien avec la biomécanique de la mastication et les régimes alimentaires (**CF. SECTION 1.3**). Seules les dents avec un degré supérieur ou égal à 3 (Molnar 1971a) ont été considérées.

5.1.1. Évolution de l'usure occlusale

Au sein de l'échantillon, l'usure d'un nombre plus important de dents néolithiques a pu être codée, en raison de l'étude de deux populations néolithiques (Gurgy et Les Bréguières, qui feront l'objet de la section suivante).

Les résultats des différents types d'usure observés pour les dents déciduales des différentes périodes chronologiques sont donnés dans le **TABLEAU 5.1**. Une proportion importante de dents déciduales présente un degré d'usure supérieur ou égal à 3. Cependant, les pourcentages sont biaisés par des effectifs réduits. Dans l'ensemble, peu de différences sont observées entre les trois périodes considérées, mais, pour les effectifs les plus conséquents, les dm1 et dm2 supérieures et inférieures du Néolithique sont les plus usées (**TABLEAU 5.1**).

Au niveau de l'arcade supérieure, les dents antérieures sont plus usées (67 %) que les postérieures (35 %) alors qu'il n'y a pas de différences pour les dents inférieures (52 % pour les antérieures et 53 % pour les postérieures). Peu de différences dans les directions et les formes d'usure sont constatées entre les types de dents des différentes périodes. Les dents

déciduales supérieures présentent en majorité des directions obliques buccolinguales (**TABLEAU 5.1**). En revanche, les dents déciduales inférieures révèlent des directions variées, avec une tendance à présenter une direction horizontale pour les antérieures, et une direction oblique linguobuccale pour les postérieures. D'autre part, les dents déciduales antérieures, supérieures et inférieures, montrent une forme d'usure plane (2) alors que les dents postérieures présentent essentiellement des formes d'usure concaves (3 et 4).

Tableau 5.1. Type d'usure occlusale pour les dents déciduales supérieures et inférieures : pourcentage d'usure avec un degré supérieur ou égal à 3, direction et forme majoritaires (Molnar 1971a).

Dent	N	Degré ≥ 3	Direction	Forme	Dent	N	Degré ≥ 3	Direction	Forme		
Udi1	Paléo	6	100 %	24	2	Ldi1	Paléo	3	100 %	6	2
	Méso	7	57 %	24	2		Méso	1	100 %	46	2
	Néo	2	100 %	24	2		Néo	3	100 %	64	2
Udi2	Paléo	2	50 %	6	3	Ldi2	Paléo	2	50 %	65	2
	Méso	7	57 %	6	2		Méso	2	0 %	-	-
	Néo	5	80 %	6	2		Néo	3	33 %	24	2
Udc	Paléo	1	100 %	6	2	Ldc	Paléo	2	0 %	-	-
	Méso	6	0 %	-	-		Méso	2	50 %	42	2
	Néo	5	60 %	26	2		Néo	6	33 %	34 & 43	2 & 5
Udm1	Paléo	6	33 %	25	3	Ldm1	Paléo	8	50 %	43	3
	Méso	3	0 %	-	-		Méso	5	40 %	1	2 & 4
	Néo	18	89 %	25	3		Néo	21	76 %	34	3
Udm2	Paléo	5	20 %	23	4	Ldm2	Paléo	11	36 %	36	4
	Méso	3	0 %	-	-		Méso	4	25 %	35	4
	Néo	22	68 %	25	3		Néo	22	91 %	36	2 & 3

Paléo = Magdalénien moyen, Magdalénien supérieur, Azilien ; Méso = Premier et Second Mésolithique ; Néo = Néolithique ancien et moyen.

Voir le **TABLEAU 4.2** pour la signification du codage des directions et formes.

Les résultats des différents types d'usure observés pour les dents permanentes des périodes chronologiques considérées sont présentés dans le **TABLEAU 5.2**. Généralement, les dents du début du Néolithique présentent l'usure la plus forte. Excepté pour les UI1 des individus paléolithiques, les UP3 et les UM1 des individus mésolithiques, l'usure occlusale est en effet plus importante pour les dents des individus néolithiques.

Pour les dents permanentes supérieures, l'usure occlusale des dents antérieures est plus importante que celle des dents postérieures, avec en moyenne 64 % des dents antérieures présentant un degré d'usure supérieur ou égal à 3 contre 39 % des dents postérieures

(TABLEAU 5.2). Cette différence est particulièrement marquée pour les dents paléolithiques (51 % *vs* 18 %), bien que l'usure soit plus importante au Mésolithique (63 % *vs* 42 %) et au Néolithique (77 % *vs* 57 %). Toutes périodes confondues, les dents permanentes supérieures avec un degré supérieur ou égal à 3 montrent en majorité une direction oblique de l'usure, et une direction principale dans le sens buccolingual (2). La direction secondaire de l'usure est plus variable, horizontale (6), mésiodistale (4) ou distomésiale (5). En revanche, les UI2 du Mésolithique et les UM2 du Paléolithique et du Mésolithique montrent plus de variabilité dans les directions de l'usure, avec deux types de directions représentés en proportions identiques au sein de l'échantillon. Enfin, les formes d'usure sont globalement homogènes entre les périodes pour chaque type de dent **(TABLEAU 5.2)**. Les surfaces des dents antérieures et des prémolaires supérieures sont planes (2), excepté pour les UC paléolithiques et néolithiques, et les UP4 néolithiques dont la forme majoritaire est à moitié concave (3). Les UM1 paléolithiques et mésolithiques montrent une surface plane (2), alors que les UM1 néolithiques ont une surface entièrement concave (4). Enfin, les UM2 et UM3 présentent davantage de surfaces à moitié concaves (3).

Les dents permanentes inférieures des individus mésolithiques présentent de plus fortes proportions de degré d'usure occlusale supérieur ou égal à 3 (Molnar 1971a) que les dents paléolithiques et néolithiques, sauf dans les cas des LI2 qui sont plus usées pour les individus paléolithiques, et pour les LM1 et les LM3 qui sont les plus usées pour des individus néolithiques **(TABLEAU 5.2)**. Pour les dents permanentes inférieures, l'usure occlusale est à nouveau plus importante pour les dents antérieures (71 %) que pour les dents postérieures (45 %), et cette différence est toujours plus marquée au Paléolithique (62 % *vs* 45 %) qu'au Mésolithique (81 % *vs* 56 %) et au Néolithique (70 % *vs* 55 %). Les directions de l'usure sont majoritairement horizontales (6) pour les incisives et les LM3, alors que les canines, les prémolaires et les premières et deuxièmes molaires montrent des directions obliques. Si les LC et les LP3 présentent une direction principale mésiodistale (4) et une direction secondaire linguobuccale (3), le contraire est observé pour les LM1 (34). Comme pour les supérieures, les dents antérieures inférieures montrent une forme de l'usure plane (2). Les formes des prémolaires sont plus variées (arrondie (6) et à moitié concave (3)), alors que les surfaces entièrement concaves (4) sont majoritaires pour les molaires inférieures **(TABLEAU 5.2)**.

Ainsi, les molaires déciduales des individus néolithiques sont plus usées que celles des individus paléolithiques et mésolithiques. Au sein de l'échantillon de dents permanentes, l'usure occlusale est plus importante au Néolithique pour les dents supérieures, et au Mésolithique pour les dents inférieures. Dans l'ensemble de l'échantillon, les dents antérieures sont plus usées que les dents postérieures.

Tableau 5.2. Type d'usure occlusale pour les dents permanentes supérieures et inférieures : pourcentage d'usure avec un degré supérieur ou égal à 3, direction et forme majoritaires (Molnar 1971a).

Dent	N	Degré ≥ 3	Direction	Forme	Dent	N	Degré ≥ 3	Direction	Forme		
UI1	Paléo	5	80 %	26	2	LI1	Paléo	8	63 %	6	2
	Méso	20	70 %	26	2		Méso	11	91 %	6	2
	Néo	19	79 %	24	2		Néo	25	80 %	34 & 6	2
UI2	Paléo	5	40 %	26	2	LI2	Paléo	9	78 %	6	2
	Méso	13	54 %	24 & 6	2		Méso	17	76 %	6	2
	Néo	29	69 %	25	2		Néo	41	68 %	6	2
UC	Paléo	6	33 %	26	3	LC	Paléo	11	45 %	43 & 6	2 & 6
	Méso	14	64 %	26	2 & 4		Méso	12	75 %	43	2
	Néo	41	83 %	26	3		Néo	51	61 %	42	2
UP3	Paléo	6	17 %	24	2	LP3	Paléo	11	45 %	6	2
	Méso	16	81 %	6	2		Méso	12	75 %	43	6
	Néo	54	72 %	26	2		Néo	43	53 %	43	3
UP4	Paléo	5	0 %	-	-	LP4	Paléo	8	0 %	-	-
	Méso	11	36 %	26	2		Méso	8	75 %	6	6
	Néo	48	83 %	26	3		Néo	45	67 %	7	3
UM1	Paléo	10	50 %	25	2	LM1	Paléo	15	53 %	53 & 6	3
	Méso	14	64 %	6	2		Méso	13	46 %	34	4
	Néo	147	59 %	25	4		Néo	153	63 %	34	4
UM2	Paléo	8	25 %	42 & 6	3	LM2	Paléo	11	18 %	43 & 6	4
	Méso	11	27 %	26 & 43	3		Méso	11	55 %	6	4
	Néo	110	50 %	24	3		Néo	116	52 %	35	4
UM3	Paléo	4	0 %	-	-	LM3	Paléo	5	0 %	-	-
	Méso	9	0 %	-	-		Méso	7	29 %	6	3 & 4
	Néo	21	19 %	24	3		Néo	29	41 %	6	2

Voir le **TABLEAU 4.2** pour la signification du codage des directions et formes.

Si les dents datées du Paléolithique et du Mésolithique présentent également des usures obliques, cette catégorie (toutes directions confondues) est largement majoritaire pour les molaires permanentes néolithiques, supérieures (**FIGURE 5.1**) comme inférieures (**FIGURE 5.2**). En effet, la proportion est supérieure à 80 % pour les deuxièmes molaires, et dépasse 90 % dans le cas des premières molaires. En revanche, les dents du Paléolithique montrent une proportion équivalente d'usure oblique et non oblique (sauf pour les UM1 où l'usure oblique est légèrement dominante). Les proportions d'usure oblique pour les molaires mésolithiques sont, quant à elles, très variables (de 0 % à 83 %).

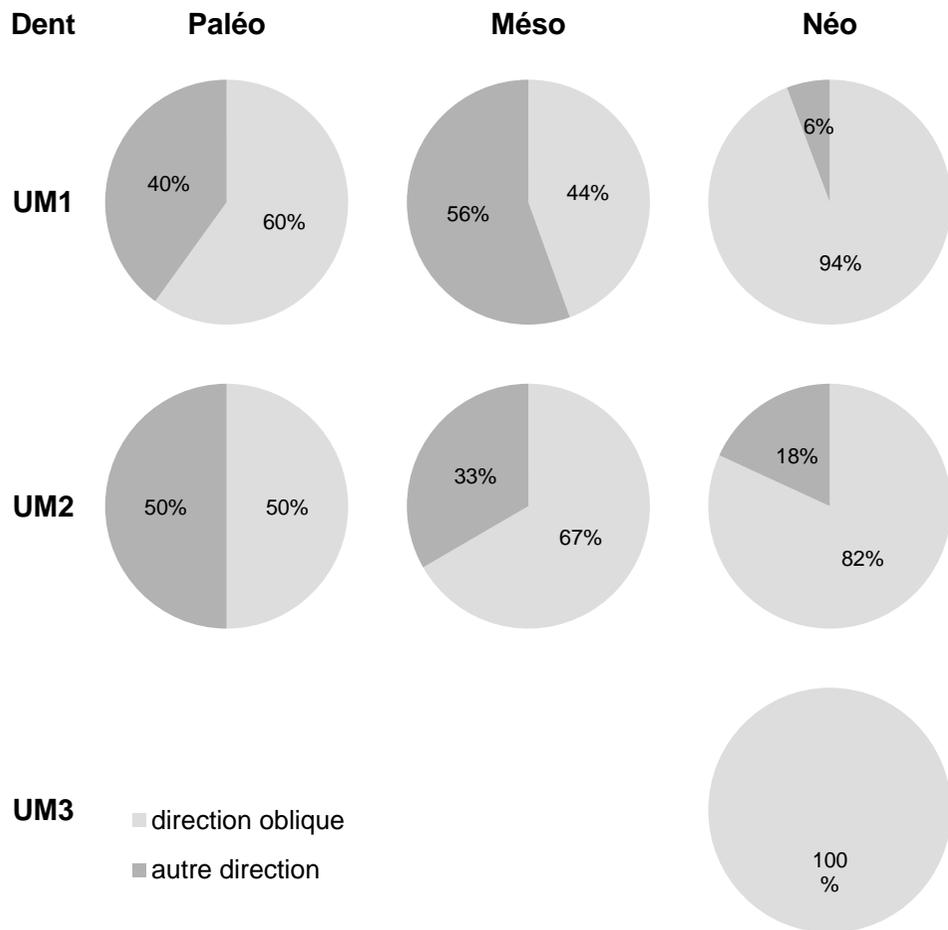


Figure 5.1. Proportions d'usure de direction oblique observées pour les molaires permanentes supérieures datées de la fin du Paléolithique (Paléo = Magdalénien moyen et supérieur, Azilien), du Mésolithique (Méso = Premier et Second Mésolithique) et du début du Néolithique (Néo = Néolithique ancien et moyen).

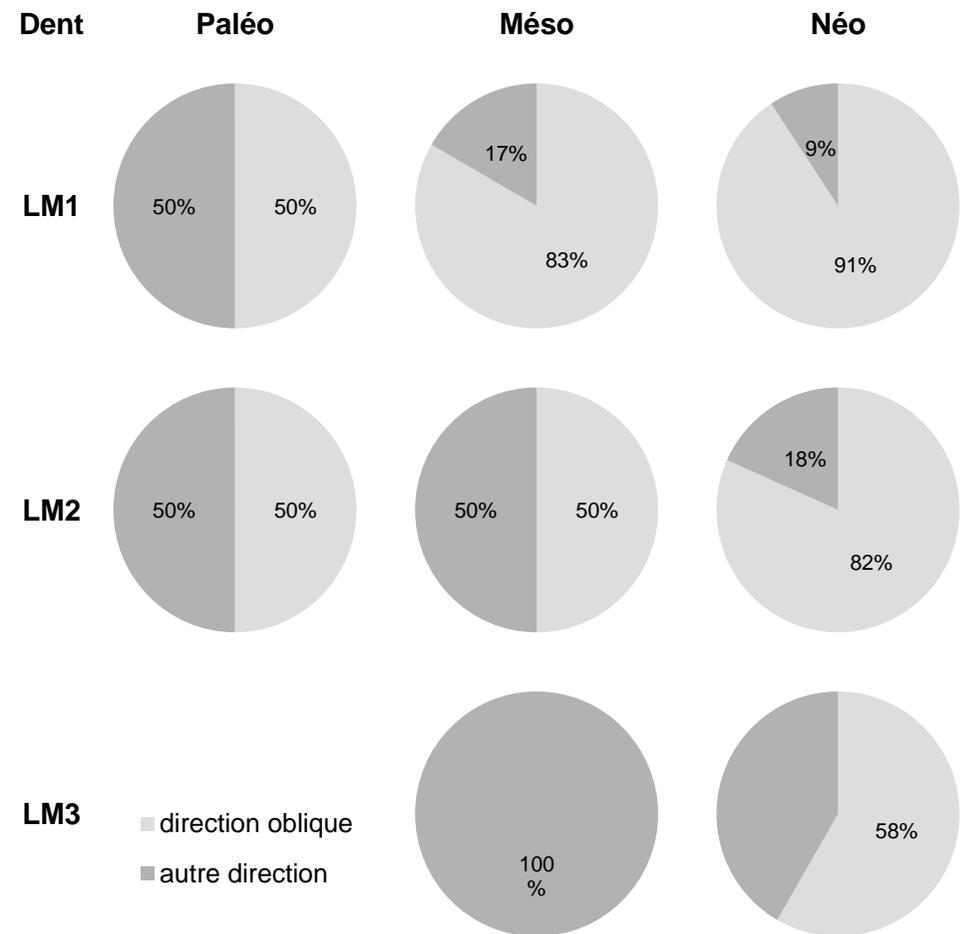


Figure 5.2. Proportions d'usure de direction oblique observées pour les molaires permanentes inférieures datées de la fin du Paléolithique (Paléo = Magdalénien moyen et supérieur, Azilien), du Mésolithique (Méso = Premier et Second Mésolithique) et du début du Néolithique (Néo = Néolithique ancien et moyen).

5.1.2. Comparaison entre deux populations néolithiques

L'usure occlusale a été codée sur la totalité de deux populations néolithiques possédant des effectifs conséquents : 128 individus inhumés dans la nécropole de Gurgy dans l'Yonne (**SITE N°15 DE L'ANNEXE 3**) et 61 individus pour la sépulture collective de l'Aven des Bréguières dans les Alpes-Maritimes (**SITE N°5 DE L'ANNEXE 3**). Les datations radiocarbone des vestiges humains inhumés dans les deux sites couvrent la fin du Néolithique ancien et le Néolithique moyen (**ANNEXE 6**). Elles témoignent de longues durées d'occupation pour ces deux sites. Cependant, la sépulture collective des Bréguières a été utilisée majoritairement au Néolithique ancien terminal alors que la phase d'utilisation principale de la nécropole de Gurgy se situe dans le Néolithique moyen.

La présente analyse concerne uniquement les premières et deuxièmes molaires permanentes qui ont été observées exhaustivement dans les deux populations. À Gurgy, les molaires permanentes de 100 individus (55 adultes et 45 immatures) ont pu être observées, tandis que les restes dentaires des Bréguières correspondent à un nombre minimal de 36 individus (21 adultes et 15 immatures). Au total, l'usure occlusale a été codée selon la méthode de Molnar (1971a) sur 290 molaires à Gurgy et 134 aux Bréguières.

En raison du caractère sépulcral collectif et de l'histoire de fouille de l'Aven de Bréguières, il n'y a pas d'association certaine entre les os coxaux et les arcades dentaires permettant de déterminer l'âge et le sexe des individus à partir des données morphométriques de l'os coxal. Ainsi, les différences ont été évaluées selon l'âge au décès par classe « immature » ou « mature », et en fonction du sexe uniquement à Gurgy.

L'usure dentaire progressant avec l'âge des individus, les représentations inégales entre immatures et adultes au sein des échantillons biaiserait les résultats. Entre les échantillons dentaires de Gurgy et des Bréguières, le test du khi-deux ne révèle pas de différences significatives en fonction de la distribution des âges au décès ($p = 0,1838$, $\chi^2 = 1,7667$, ddl = 1). Ainsi, les profils démographiques des deux échantillons dentaires néolithiques sont comparables.

Des différences significatives d'usure dentaire ont été trouvées entre les deux populations, que ce soit pour les degrés, les directions ou les formes d'usure occlusale. Les fréquences obtenues par type de molaires et pour chaque degré d'usure sont présentées dans le **TABLEAU 5.3** pour Gurgy et le **TABLEAU 5.4** pour les Bréguières. Tous les degrés d'usure ont été observés à Gurgy (**TABLEAU 5.3**), mais seules les UM2 atteignent le degré 8. Aux Bréguières, le degré 8 n'a jamais été codé, les UM2 et les LM2 montrant respectivement des usures maximales au degré 5 et au degré 4 (**TABLEAU 5.4**).

Tableau 5.3. Répartition des degrés d'usure (Molnar 1971a) pour les différentes molaires permanentes observées à Gurgy.

Degré	UM1 (n=85)	UM2 (n=64)	LM1 (n=81)	LM2 (n=60)	Moyennes UM+LM
1	37,65 %	28,13 %	37,04 %	30,00 %	33,68 %
2	11,76 %	25,00 %	13,58 %	23,33 %	17,01 %
3	11,76 %	21,88 %	11,11 %	11,67 %	14,24 %
4	10,59 %	15,63 %	12,35 %	15,00 %	13,19 %
5	9,41 %	4,69 %	8,64 %	8,33 %	7,99 %
6	12,94 %	1,56 %	13,58 %	8,33 %	9,72 %
7	5,88 %	1,56 %	3,75 %	3,33 %	3,82 %
8	0,00 %	1,56 %	0,00 %	0,00 %	0,35 %

Tableau 5.4. Répartition des degrés d'usure (Molnar 1971a) pour les différentes molaires permanentes observées aux Bréguières.

Degré	UM1 (n=44)	UM2 (n=24)	LM1 (n=39)	LM2 (n=27)	Moyennes UM+LM
1	9,30 %	16,67 %	2,56 %	11,11 %	13,89 %
2	25,58 %	29,17 %	15,38 %	25,93 %	27,55 %
3	11,63 %	25,00 %	28,21 %	40,74 %	32,87 %
4	18,60 %	20,83 %	15,38 %	22,22 %	19,48 %
5	20,93 %	8,33 %	25,64 %	0,00 %	11,32 %
6	11,63 %	0,00 %	10,26 %	0,00 %	0,00 %
7	2,33 %	0,00 %	2,56 %	0,00 %	0,85 %
8	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %

Pour les molaires de Gurgy, un gradient décroissant de répartition des degrés d'usure est observé (**TABLEAU 5.3**), avec toujours la plus forte proportion de molaires présentant le degré le moins élevé d'usure (degré 1) et la plus faible proportion de molaires montrant le degré le plus élevé (degré 8). Aux Bréguières, la proportion d'usure des molaires augmente du degré 1 au degré 3, puis diminue avec les degrés les plus élevés (**TABLEAU 5.4**). Ainsi, aux Bréguières, les degrés d'usure les plus représentés sont les degrés 2 et 3, pour les dents supérieures et inférieures, respectivement. Pour chaque type de molaire, le nombre de dents présentant les degrés d'usure 2 à 5 est plus important aux Bréguières, alors que les degrés 1, 6, 7 et 8 sont plus représentés à Gurgy. Ainsi, l'usure dentaire est plus intense pour les

individus de Gurgy mais, en proportion, elle est plus fréquente pour les individus des Bréguières. Ces répartitions par usure sont significativement différentes pour les UM1 ($p = 0,0140$, $x^2 = 17,5849$, $ddl = 7$), les LM1 ($p = 0,0018$, $x^2 = 22,8599$, $ddl = 7$) et les LM2 ($p = 0,0238$, $x^2 = 16,1478$, $ddl = 7$). En revanche, la répartition des degrés d'usure entre les UM2 de Gurgy et des Bréguières est comparable ($p = 0,8060$, $x^2 = 4,5337$, $ddl = 8$).

À Gurgy comme aux Bréguières, seuls les individus adultes présentent les plus forts degrés d'usure (supérieur ou égal à 4). Les UM1 et LM1 des individus immatures montrent une usure allant de 1 à 3, alors que seuls les degrés 1 et 2 ont été codés pour les UM2 et LM2. Bien qu'aucune différence significative n'ait été identifiée en fonction du sexe à Gurgy, seules les molaires des hommes présentent les degrés d'usure les plus forts (**FIGURE 5.3**).

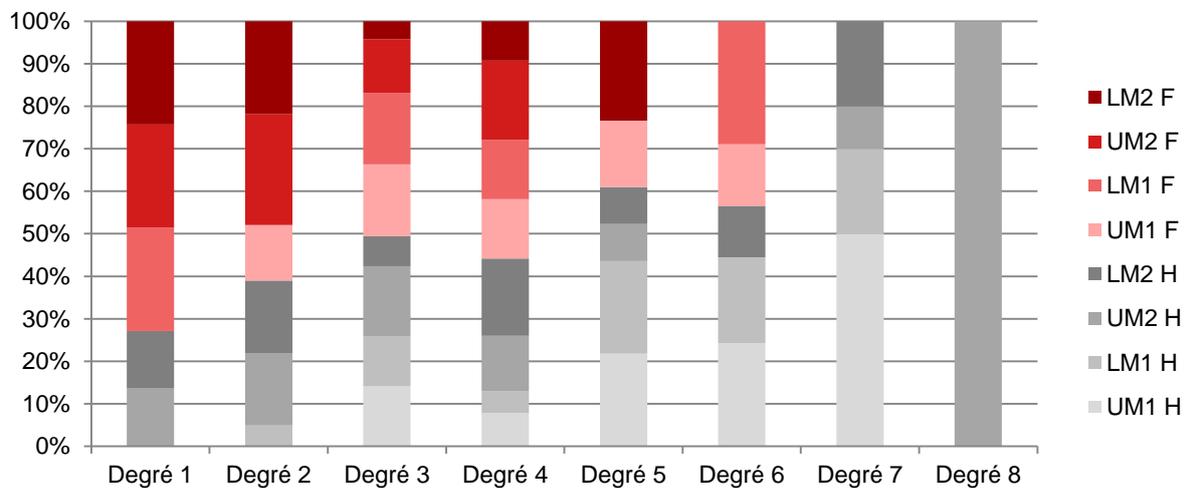


Figure 5.3. Répartition des degrés d'usure (Molnar 1971a) des molaires en fonction du sexe (F = féminin, M = masculin) des individus de Gurgy.

Pour les molaires présentant des degrés d'usure supérieurs ou égaux à 3, les directions et les formes d'usure ont été synthétisées dans les **FIGURES 5.4 à 5.11**. Pour tous les types de molaires considérés, le pourcentage de dents présentant un degré d'usure supérieur ou égal à 3 est d'environ 50 %, sauf pour les LM1 des Bréguières, où il atteint 82 % des dents observées (**FIGURE 5.9**). Dans les deux populations, si deux à trois catégories d'usure sont présentes, l'usure oblique est majoritaire pour toutes les molaires : elle est présente pour 87 % et 93 % des molaires supérieures et pour 82 % et 95 % des molaires inférieures de Gurgy, alors qu'aux Bréguières l'usure oblique représente 69 % et 96 % des molaires supérieures et 76 % et 90 % des molaires inférieures. Les pourcentages d'usure oblique sont plus forts pour les M1 des deux populations, et varient du plus fort au plus faible, selon le gradient LM1 > UM1 > UM2 > LM2 pour les individus de Gurgy, alors que pour ceux des Bréguières le gradient UM1 > LM1 > LM2 > UM2 est observé (**FIGURES 5.4 à 5.11**).

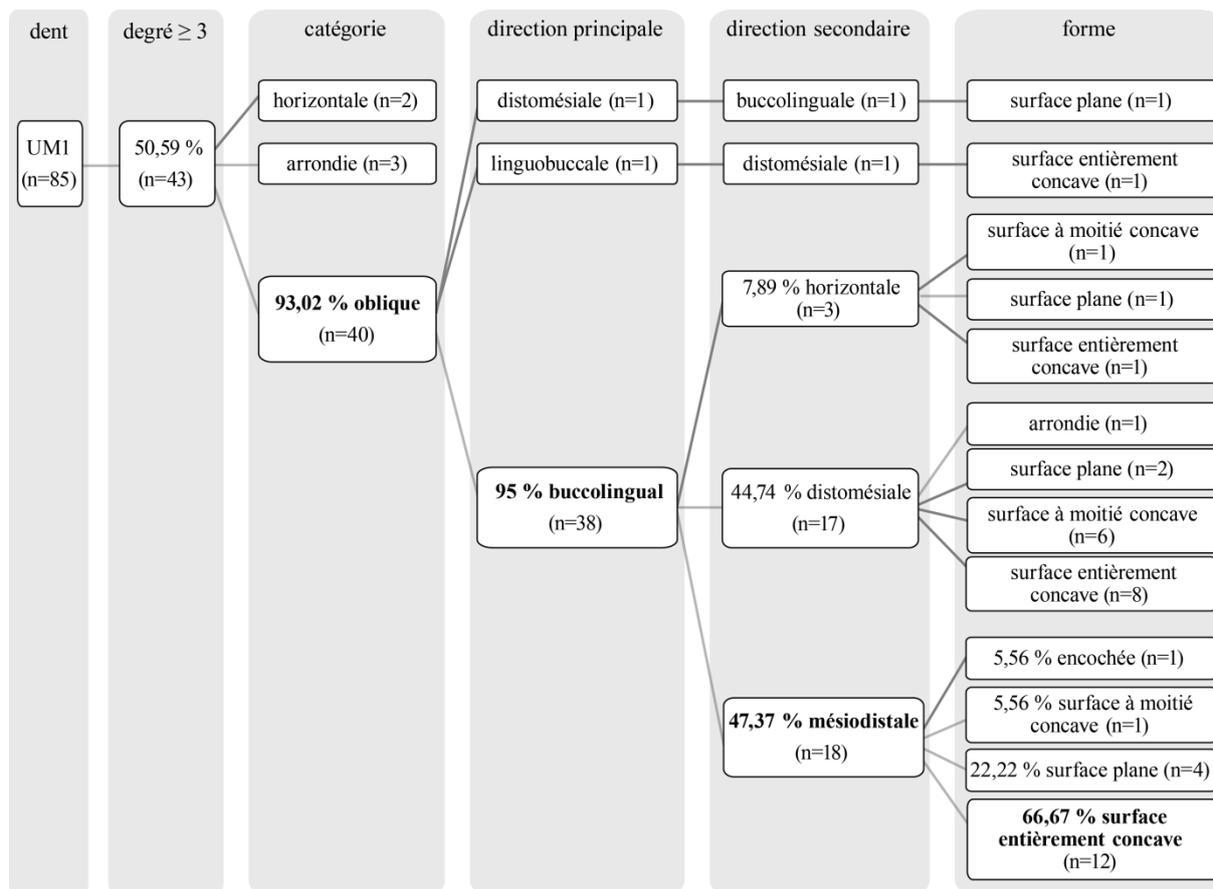


Figure 5.4. Types d'usure occlusale observés pour les UM1 de Gurgy.

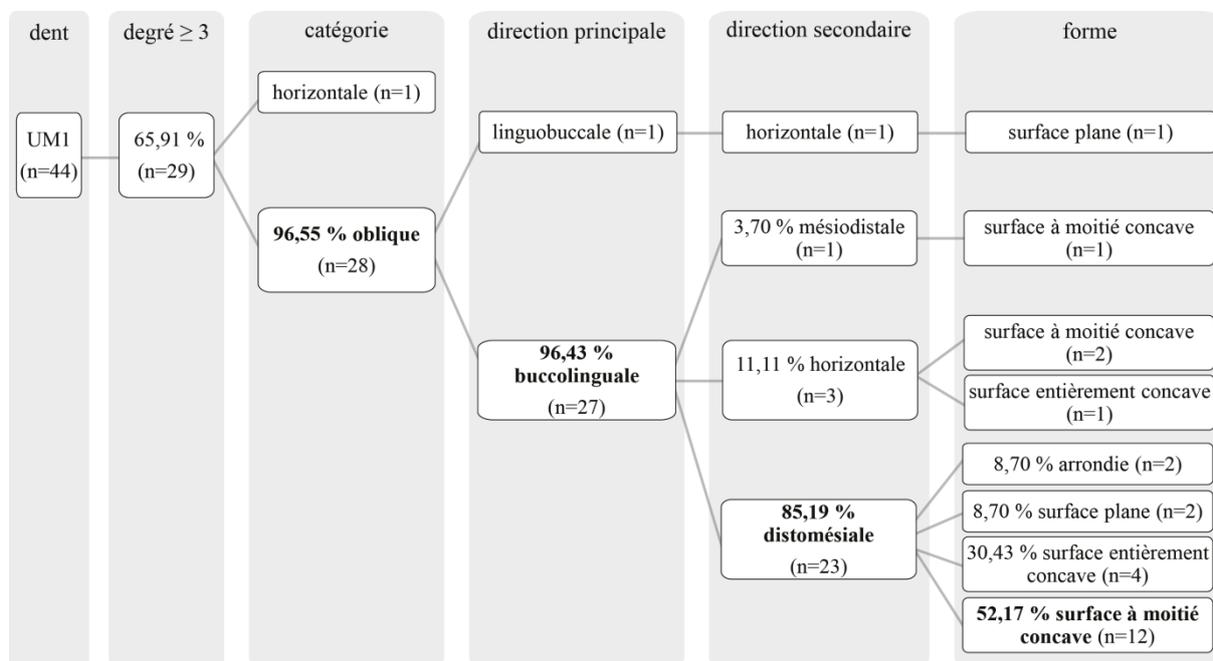


Figure 5.5. Types d'usure occlusale observés pour les UM1 des Bréguières.

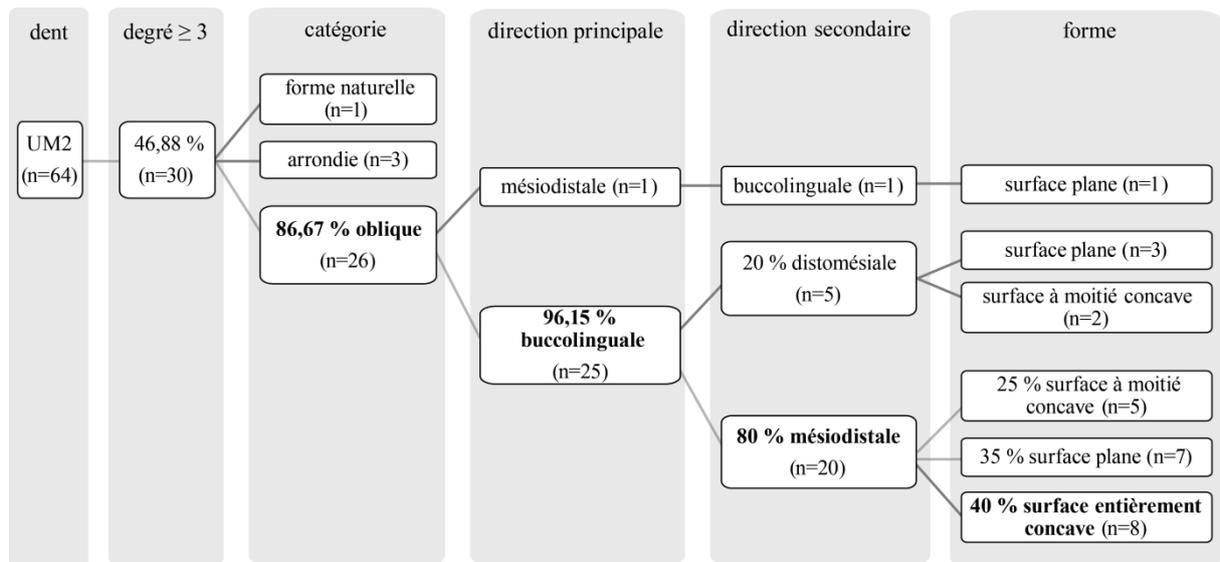


Figure 5.6. Types d'usure occlusale observés pour les UM2 de Gurgy.

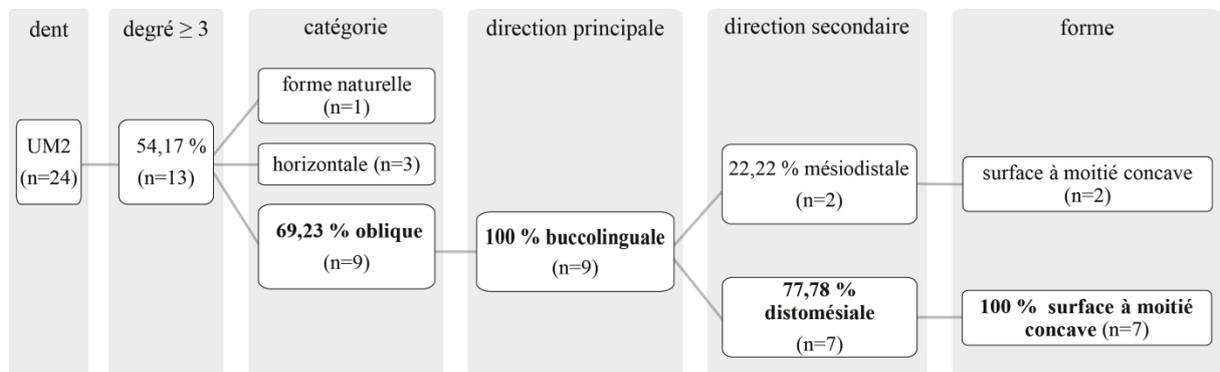


Figure 5.7. Types d'usure occlusale observés pour les UM2 des Bréguières.

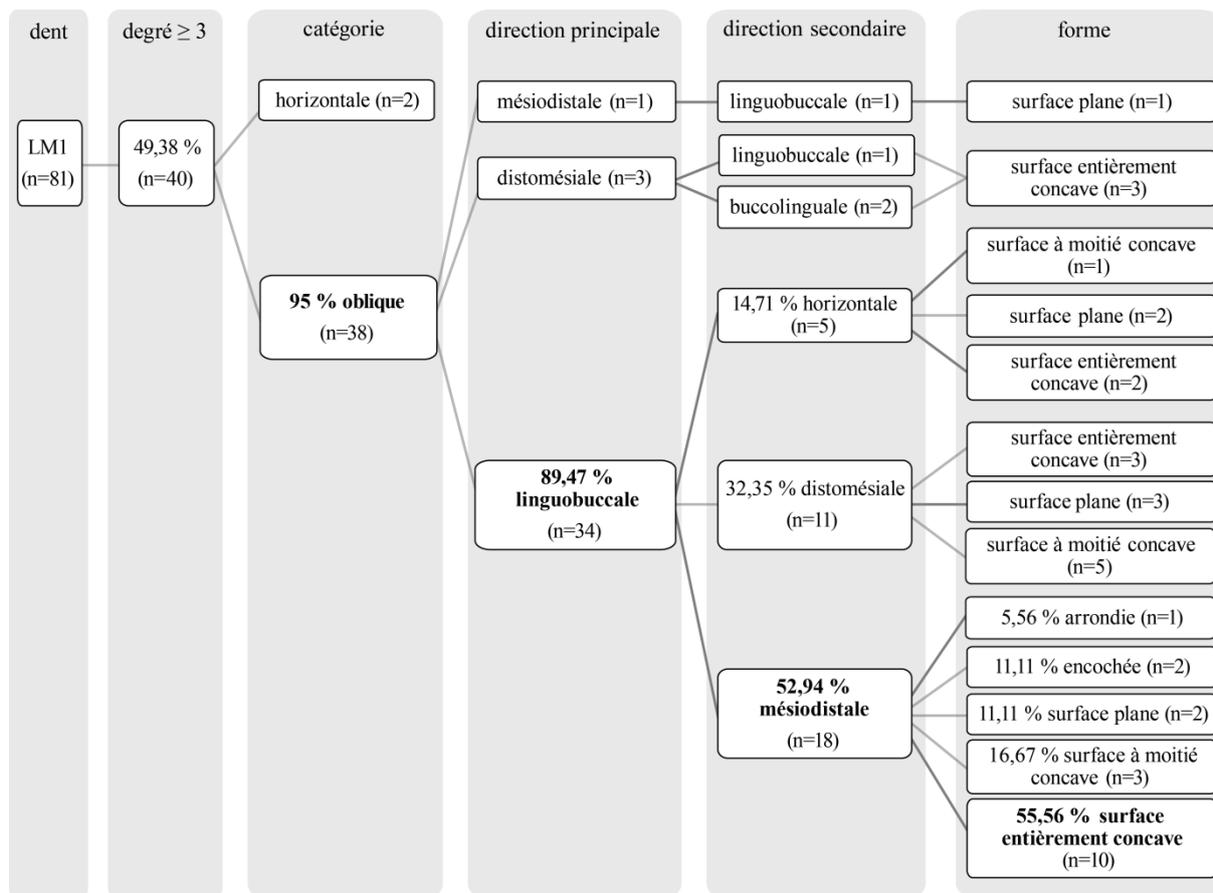


Figure 5.8. Types d'usure occlusale observés pour les LM1 de Gurgy.

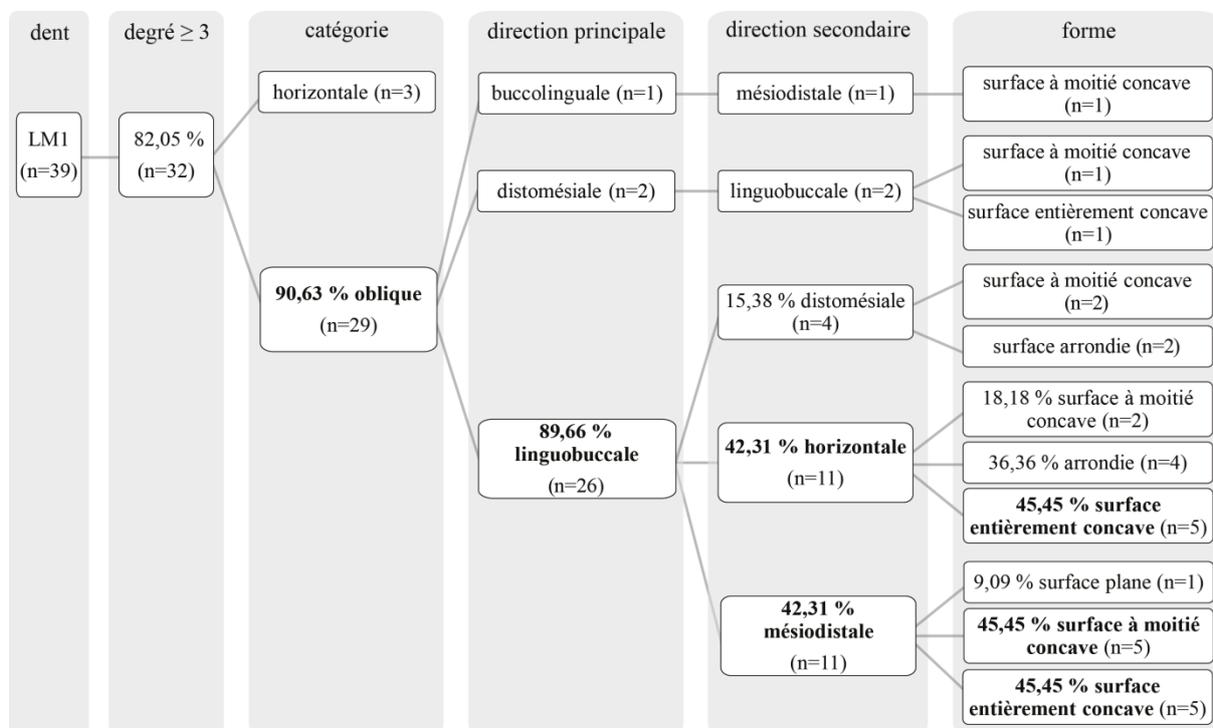


Figure 5.9. Types d'usure occlusale observés pour les LM1 des Bréguières.

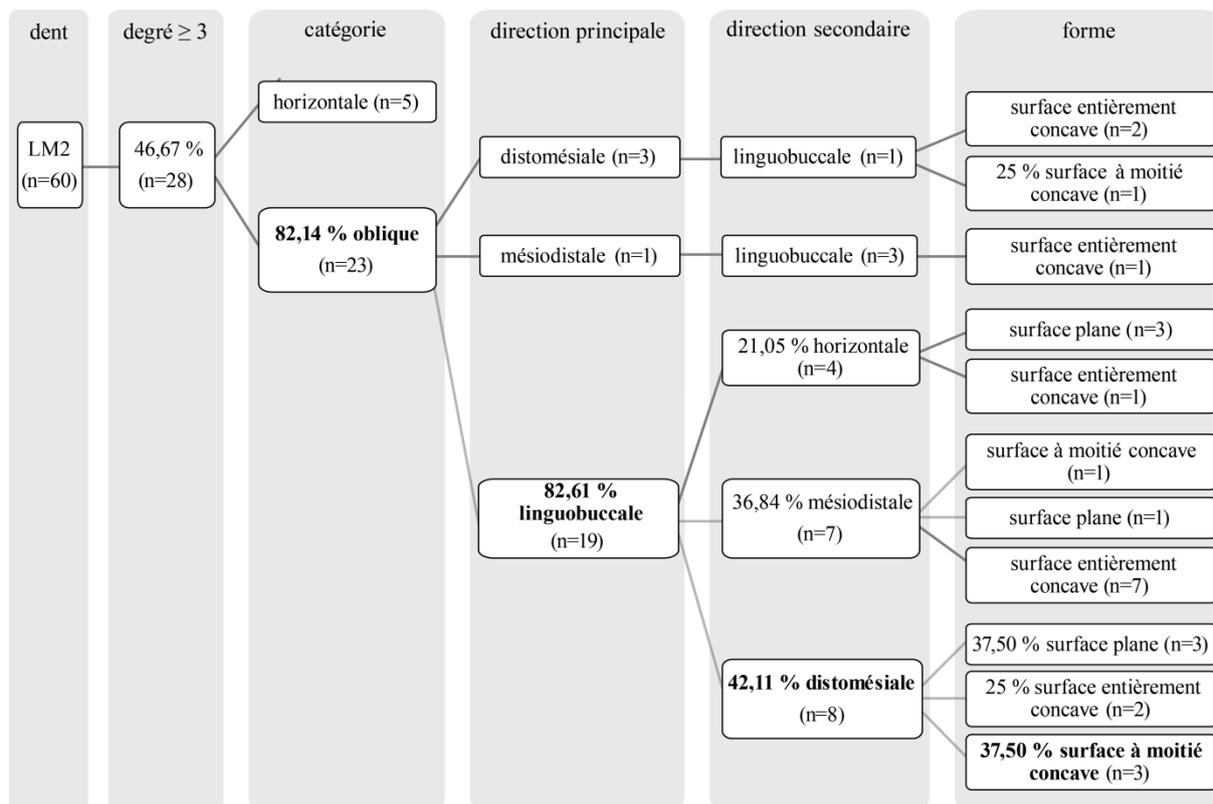


Figure 5.10. Types d'usure occlusale observés pour les LM2 de Gurgy.

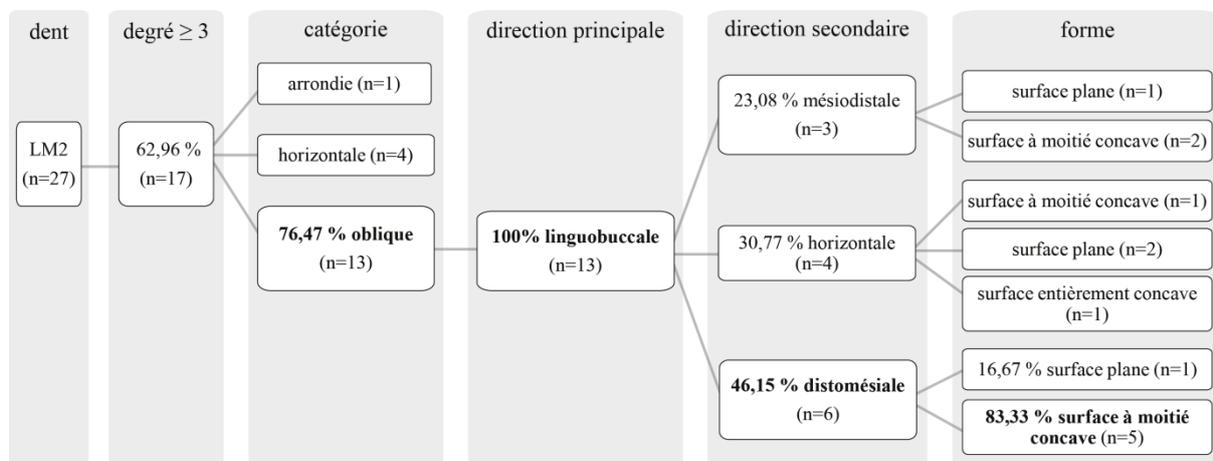


Figure 5.11. Types d'usure occlusale observés pour les LM2 des Bréguières.

Aux Bréguières comme à Gurgy, les types d'usure oblique (directions principale et secondaire, formes) sont plus variables pour les M1 (**FIGURES 5.4 & 5.5, FIGURES 5.8 & 5.9**) que pour les M2 (**FIGURES 5.6 & 5.7, FIGURES 5.10 & 5.11**). En particulier les UM2 montrent une forte homogénéité dans les directions et les formes d'usure, notamment aux Bréguières où les pourcentages peuvent atteindre 100 % pour certaines caractéristiques (**FIGURE 5.7**).

Pour les UM1 des deux populations, environ 95 % de l'usure oblique présentent une direction principale buccolinguale. En revanche, la direction secondaire est mésiodistale pour 47 % des UM1 de Gurgy (**FIGURE 5.4**) et distomésiale pour 85 % des UM1 des Bréguières (**FIGURE 5.5**). Les formes d'usure associées sont, respectivement, entièrement concaves (66 %) et à moitié concaves (52 %).

Pour les UM2, la même direction principale de l'usure oblique est observée dans les deux populations, avec 96 % de direction buccolinguale à Gurgy (**FIGURE 5.6**) et 100 % aux Bréguières (**FIGURE 5.7**). Comme observé pour les UM1, la direction secondaire est mésiodistale à Gurgy et distomésiale aux Bréguières (80 % et 78 % respectivement), et les formes sont entièrement concaves et à moitié concaves (40 % et 100 % respectivement). Ainsi, l'usure oblique est majoritaire en position linguodistale pour les molaires supérieures des individus de Gurgy, alors qu'elle est dominante en position linguomésiale pour celles des individus des Bréguières.

Les molaires inférieures ont une direction oblique principale opposée à celles des molaires supérieures. En effet, à Gurgy et aux Bréguières, 89 % des LM1 présentent une direction principale linguobuccale (**FIGURES 5.8 & 5.9**), cette dernière atteignant 82 % des LM2 de Gurgy (**FIGURE 5.10**) et 100 % des LM2 des Bréguières (**FIGURE 5.11**).

Pour les LM1, la direction secondaire observée est mésiodistale dans plus de la moitié des cas à Gurgy, alors que la même proportion de directions secondaires horizontale et mésiodistale est présente pour les LM1 des Bréguières. Les formes d'usure sont alors majoritairement concaves (55 % et 45 % entièrement concaves à Gurgy et, pour l'usure horizontale aux Bréguières, l'usure mésiodistale révèle 45 % de surfaces à moitié concaves et 45 % de surfaces entièrement concaves).

Dans le cas des LM2, des directions principales et secondaires identiques ainsi que des formes similaires sont observées dans les deux populations avec, respectivement, 82 % et 100 % d'usure oblique linguobuccale à Gurgy (**FIGURE 5.10**) et aux Bréguières (**FIGURE 5.11**) associée à une direction secondaire distomésiale et une surface à moitié concave.

Ainsi, toutes les catégories de molaires sont plus usées pour les individus des Bréguières, avec des fréquences de dents présentant des degrés d'usure supérieurs ou égaux à 3 plus

importantes que pour les individus de Gurgy. Bien que les usures obliques soient majoritaires pour toutes les molaires des deux populations, des différences ont également été notées (**TABLEAU 5.5**). Si les directions principales sont buccolinguales pour les UM1 et les UM2 de Gurgy et des Bréguières, les directions secondaires et les formes sont différentes : elles sont respectivement mésiodistales et entièrement concaves pour les molaires supérieures à Gurgy, et distomésiales et à moitié concaves pour celles des Bréguières. Pour les LM1 et les LM2, les directions principales sont linguobuccales dans les deux populations. En revanche, si les directions secondaires des LM1 sont mésiodistales dans les deux populations, aux Bréguières, la direction secondaire horizontale montre une part équivalente à la direction mésiodistale pour les LM1. Enfin, la direction secondaire distomésiale et la forme à moitié concave sont équivalentes pour les LM2 de Gurgy et des Bréguières.

Tableau 5.5. Synthèse des directions et des formes d'usure oblique pour les molaires de Gurgy et des Bréguières.

	UM1 & UM2		LM1		LM2	
	dir1/dir2	forme	dir1/dir2	forme	dir1/dir2	forme
Gurgy	BL / MD	concave	LB / MD	concave	LB / DM	½ concave
Bréguières	BL / DM	½ concave	LB / H + MD	concave + ½ concave	LB / DM	½ concave

dir1 = direction principale ; dir2 = direction secondaire.

B = buccal ; L = lingual ; M = mésial ; D = distal ; H = horizontal.

5.2. Structure externe

Les dimensions des couronnes dentaires ont été mesurées sur l'ensemble des dents échantillonnées. Cependant, en présence des deux antimères, seule la gauche ou la moins usée a été retenue pour les analyses. Ainsi, l'évolution des dimensions coronaires a été évaluée pour 169 dents déciduales et 1188 dents permanentes datées de la fin du Paléolithique, du Mésolithique et du début du Néolithique. Les différences entre les chronocultures ont également été estimées, cependant les effectifs sont plus faibles et certains types de dents sont absents pour certaines chronocultures.

5.2.1. Évolution des dimensions coronaires

Les mesures externes de 92 dents déciduales supérieures et de 77 dents déciduales inférieures ont été considérées pour évaluer les différences des dimensions coronaires entre la fin du Paléolithique et le début du Néolithique. Les mesures externes sont données dans le **TABLEAU 5.6** pour les dents déciduales supérieures et dans le **TABLEAU 5.7** pour les dents déciduales.

Tableau 5.6. Évolution des dimensions coronaires des dents déciduales supérieures.

Dent	Période		MD (mm)	BL (mm)	MDcerv (mm)	BLcerv (mm)	Hc (mm)	
Udi1	Paléo (n=8)	$\bar{m} \pm sd$	6,35 ± 0,93	5,63 ± 0,68	5,58*	4,54*	5,63 ± 1,03	
		min-max	4,80-7,76	5,00-6,80			4,30-6,81	
	Méso (n=6)	$\bar{m} \pm sd$	7,08 ± 0,21	5,32 ± 0,24	4,93 ± 0,49	4,58 ± 0,44	6,30 ± 1,08	
		min-max	6,88-7,35	4,91-5,53	4,10-5,53	4,09-5,33	4,21-7,13	
	Néo (n=2)	min-max	6,37-6,71	4,77-5,23	4,38-4,79	2,98-4,41	5,04-5,20	
Udi2	Paléo (n=4)	$\bar{m} \pm sd$	4,88 ± 0,46	4,73 ± 0,49	*	*	7,43 ± 0,53	
		min-max	4,30-5,30	4,10-5,20			7,05-7,80	
	Méso (n=7)	$\bar{m} \pm sd$	4,83 ± 0,29	4,53 ± 0,29	3,46 ± 0,29	4,02 ± 0,37	5,34 ± 0,59	
		min-max	4,29-5,07	4,01-4,78	3,11-3,95	3,57-4,52	4,34-5,96	
	Néo (n=4)	$\bar{m} \pm sd$	4,82 ± 0,34	4,40 ± 0,22	3,17 ± 0,43	4,00 ± 0,22	5,57 ± 0,24	
		min-max	4,43-5,24	4,16-4,66	2,68-3,71	3,70-4,21	5,26-5,82	
	Udc	Paléo (n=2)	min-max	7,00-7,39	6,10-6,30	5,39*	5,18*	5,69-8,00
			Méso (n=5)	$\bar{m} \pm sd$	6,74 ± 1,24	5,70 ± 1,80	4,88 ± 0,91	4,95 ± 1,59
		min-max	5,97-7,18	5,08-6,06	4,64-5,20	4,44-5,48	6,13-7,67	
Néo (n=5)		$\bar{m} \pm sd$	6,56 ± 0,57	5,97 ± 0,67	4,49 ± 0,29	4,95 ± 0,50	6,07 ± 1,55	
		min-max	5,86-7,30	5,13-6,78	4,22-4,93	4,49-5,72	4,11-7,77	
Udm1		Paléo (n=7)	$\bar{m} \pm sd$	6,87 ± 1,72	7,34 ± 1,68	4,88*	8,18*	5,46 ± 0,41
	min-max		3,77-9,00	4,65-9,00			5,02-6,00	
	Méso (n=2)	min-max	6,93-7,04	8,95-9,18	4,73-4,90	7,24-7,60	5,52-5,77	
		Néo (n=14)	$\bar{m} \pm sd$	7,27 ± 0,48	8,76 ± 0,74	5,34 ± 0,39	7,56 ± 0,65	5,28 ± 0,62
min-max	6,31-8,29		6,67-9,84	4,45-5,91	6,24-8,44	3,97-6,10		
Udm2	Paléo (n=16)	$\bar{m} \pm sd$	8,79 ± 2,07	8,84 ± 1,92	6,96*	8,89*	6,77 ± 0,58	
		min-max	4,80-10,40	5,23-10,40			6,10-7,10	
	Méso (n=3)	$\bar{m} \pm sd$	8,47 ± 0,21	9,92 ± 0,16	6,63*	7,50*	6,17 ± 0,57	
		min-max	8,32-8,61	9,74-10,05			5,68-6,79	
	Néo (n=17)	$\bar{m} \pm sd$	8,75 ± 0,55	10,13 ± 0,50	6,87 ± 0,35	8,97 ± 0,34	5,93 ± 0,56	
		min-max	8,16-9,83	9,12-10,93	6,50-7,62	8,32-9,41	4,75-6,83	

Paléo = Magdalénien moyen, Magdalénien supérieur, Azilien ; Méso = Premier et Second Mésolithique ; Néo = Néolithique ancien et moyen.

MD = diamètre mésiodistal ; BL = diamètre buccolingual ; MDcerv = diamètre mésiodistal au collet ; BLcerv = diamètre buccolingual au collet ; Hc = hauteur de la couronne.

* mesures qui n'ont pas pu être prises sur toutes les dents.

\bar{m} = moyenne ; sd = écart-type ; min = minimum ; max = maximum.

Dans l'ensemble, pour les dents déciduales supérieures, les diamètres mésiodistaux (MD) et buccolingaux (BL) et les diamètres mesurés au collet (MDcerv et BLcerv) sont les plus importants au Paléolithique et les plus faibles au Néolithique (**TABLEAU 5.6 & FIGURE 5.12**). Cependant, les dents déciduales paléolithiques montrent les variabilités les plus importantes. En contraste avec le signal général, la différence entre la fin du Paléolithique et le début du Néolithique est particulièrement marquée pour les diamètres BL des Udm1 et des Udm2 paléolithiques, qui sont les plus faibles et significativement inférieurs à ceux du Néolithique ($p = 0,0134$ et $p = 0,0151$, respectivement, pour les tests de Student). Aussi, le diamètre MD des Udi1 mésolithiques est significativement supérieur à celui des Udi1 néolithiques ($p = 0,0212$).

Pour les dents déciduales inférieures, les dimensions externes augmentent dans le sens antéropostérieur le long de l'arcade (**TABLEAU 5.7 & FIGURE 5.12**). Dans l'ensemble, les diamètres mésiodistaux (MD) des dents paléolithiques et mésolithiques sont proches, et supérieurs à ceux des dents néolithiques. Cependant, le diamètre MD des Ldi1 mésolithiques est significativement inférieur à celui des Ldi1 néolithiques ($p = 0,0245$). Concernant le diamètre buccolingual (BL), les dents néolithiques tendent à posséder les dimensions les plus importantes et les dents mésolithiques montrent les diamètres BL les plus faibles. Seul le diamètre BL des Ldi2 néolithiques est significativement supérieur à celui des Ldi2 mésolithiques ($p = 0,0290$). Pour les Ldm2, le diamètre BL des dents mésolithiques est significativement supérieur à celui des Ldm2 néolithiques ($p = 0,0049$). D'autre part, les diamètres mésiodistal et buccolingual au collet sont plus faibles pour les dents mésolithiques que pour celles du Néolithique, excepté pour la Ldm2. Dans ce dernier cas, les diamètres mésiodistal et buccolingual au collet des Ldm2 paléolithiques sont significativement inférieurs à ceux des Ldm2 mésolithiques ($p = 0,04420$ et $p = 0,0074$ respectivement) et néolithiques ($p = 0,0129$ et $p = 0,0000$). De plus, le diamètre buccolingual au collet des Ldm2 mésolithiques est significativement supérieur à celui des Ldm2 néolithiques ($p = 0,0249$).

Majoritairement, les couronnes des dents déciduales supérieures et inférieures du Paléolithique montrent des hauteurs (Hc) plus élevées que celles du Mésolithique et du Néolithique. De plus, les hauteurs des couronnes des Udi2 et des Udm2 sont significativement supérieures au Paléolithique qu'au Mésolithique ($p = 0,0031$) et au Néolithique ($p = 0,0030$) pour les Udi2, et au Néolithique pour les Udm2 ($p = 0,0296$).

Ainsi, l'évolution des dimensions coronaires est différente selon le type de dent déciduale considéré. Dans l'ensemble, les dimensions coronaires sont les plus importantes au

Paléolithique, excepté pour le diamètre buccolingual des dents déciduales inférieures. La réduction des dimensions coronaires entre la fin du Paléolithique, le Mésolithique et le début du Néolithique est plus marquée pour les dents de l'arcade supérieure. Au sein des deux arcades, la réduction est plus prononcée entre le Mésolithique et le Néolithique pour les dents déciduales antérieures.

Tableau 5.7. Évolution des dimensions coronaires des dents déciduales inférieures.

Dent	Période		MD (mm)	BL (mm)	MDcerv (mm)	BLcerv (mm)	Hc (mm)
Ldi1	Paléo (n=3)	$\bar{m} \pm sd$	3,87 ± 0,31	3,73 ± 0,15	*	*	5,50*
		min-max	3,60-4,20	3,60-3,90			
	Méso (n=1)		3,81	2,99	2,55	2,67	5,03
	Néo (n=2)	min-max	4,03-4,04	3,97-4,41	2,75-3,99	3,18-3,51	4,48-5,59
Ldi2	Paléo (n=1)		4,80	4,10	*	*	*
		Méso (n=2)	min-max	4,01-4,35	3,80-3,91	2,93-3,05	3,44-3,84
	Néo (n=3)	$\bar{m} \pm sd$	4,78 ± 0,22	4,41 ± 0,18	3,15 ± 0,16	4,04 ± 0,20	5,75 ± 0,64
		min-max	4,59-5,03	4,21-4,56	3,04-3,33	3,82-4,22	5,01-6,12
Ldc	Paléo (n=2)	min-max	5,75-5,85	5,10-5,60	*	*	8,30*
		Méso (n=2)	min-max	5,44-5,95	4,86-5,41	4,16-4,67	4,36-4,72
	Néo (n=5)	$\bar{m} \pm sd$	5,96 ± 0,31	5,20 ± 0,51	4,66 ± 0,35	4,68 ± 0,48	6,80 ± 0,67
		min-max	5,74-6,51	4,45-5,74	4,33-5,03	4,01-5,25	5,69-7,31
Ldm1	Paléo (n=6)	$\bar{m} \pm sd$	8,20 ± 0,74	6,75 ± 0,77	5,92*	4,70*	6,76 ± 0,06
		min-max	7,20-9,00	5,95-7,80			6,71-6,80
	Méso (n=5)	$\bar{m} \pm sd$	8,31 ± 0,42	6,93 ± 0,38	6,35 ± 0,90	5,50 ± 0,39	5,99 ± 1,03
		min-max	7,69-8,71	6,31-7,25	4,95-7,30	5,07-5,99	4,20-6,78
	Néo (n=13)	$\bar{m} \pm sd$	7,92 ± 0,81	7,19 ± 0,27	6,54 ± 0,78	5,71 ± 0,47	5,59 ± 0,97
		min-max	6,78-8,95	6,87-7,71	4,89-7,43	5,06-6,54	3,67-7,32
Ldm2	Paléo (n=11)	$\bar{m} \pm sd$	10,18 ± 0,69	8,97 ± 0,59	7,07 ± 0,46	5,34 ± 0,89	6,14 ± 3,41
		min-max	8,49-10,90	8,23-10,00	6,56-7,72	4,59-6,84	2,31-10,07
	Méso (n=4)	$\bar{m} \pm sd$	10,20 ± 0,55	9,52 ± 0,31	8,21 ± 0,92	7,94 ± 1,21	5,63 ± 0,55
		min-max	9,63-10,76	9,11-9,87	7,25-9,43	6,71-9,42	4,83-6,05
	Néo (n=17)	$\bar{m} \pm sd$	9,82 ± 0,51	8,91 ± 0,35	7,61 ± 0,29	7,09 ± 0,29	5,03 ± 0,51
		min-max	8,78-10,59	8,33-9,61	7,23-7,99	6,42-7,68	4,17-6,05

Voir le **TABLEAU 5.6** pour la légende des abréviations.

* mesures qui n'ont pas pu être prises sur toutes les dents.

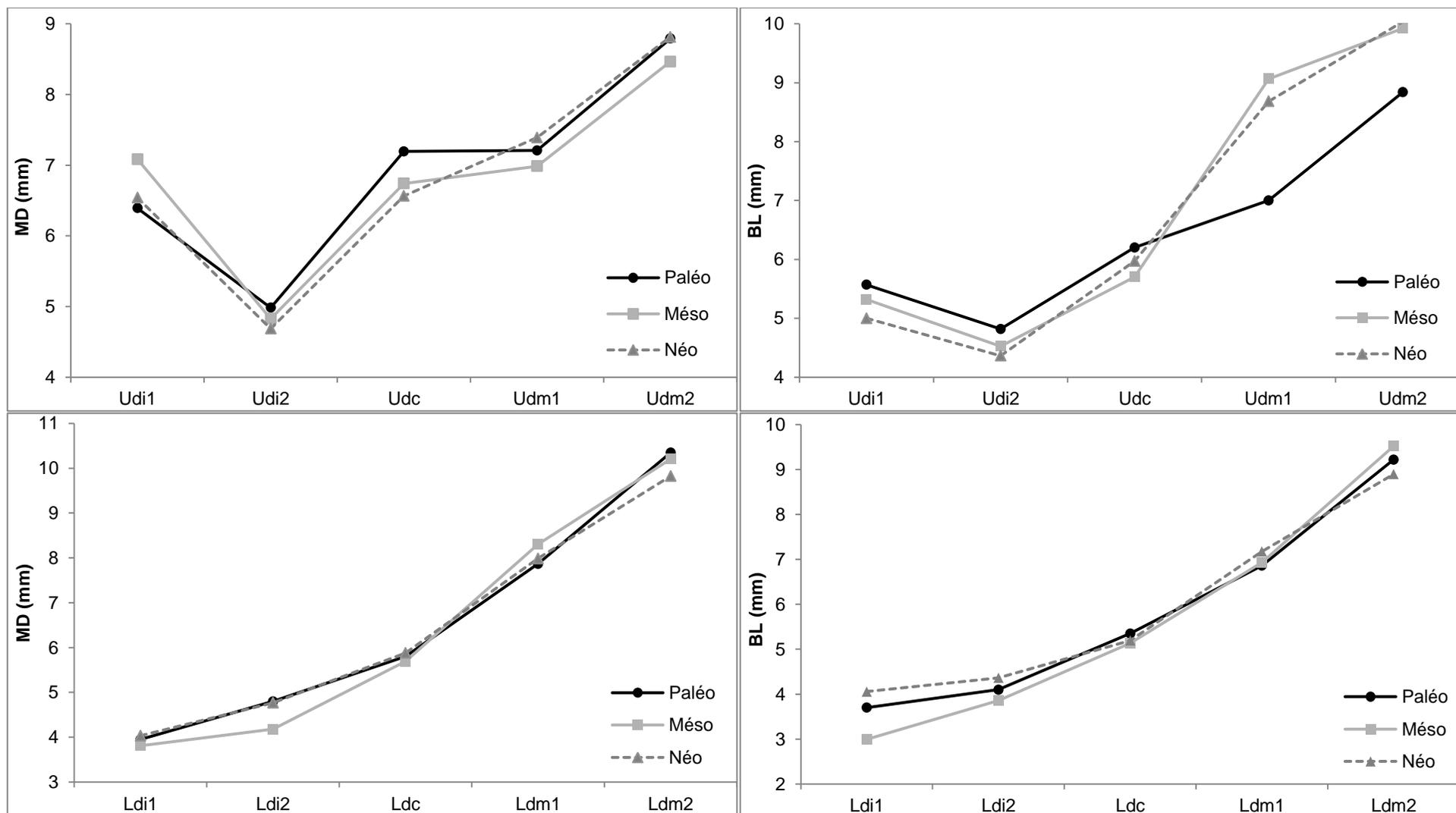


Figure 5.12. Évolution des diamètres mésiodistal (MD) et buccolingual (BL) pour les dents déciduales supérieures (en haut) et inférieures (en bas) datées de la fin du Paléolithique (Paléo = Magdalénien moyen, Magdalénien supérieur, Azilien), du Mésolithique (Méso = Premier et Second Mésolithique) et du début du Néolithique (Néo = Néolithique ancien et moyen).

Pour les dents permanentes, l'évolution des dimensions coronaires a été évaluée sur 590 dents supérieures et 598 dents inférieures. Les mesures des diamètres externes des couronnes et au collet ainsi que les mesures des hauteurs des couronnes sont présentées dans le **TABLEAU 5.8** pour les dents permanentes supérieures et dans le **TABLEAU 5.9** pour les dents permanentes inférieures.

Les dimensions coronaires des dents supérieures sont majoritairement les plus fortes pour la fin du Paléolithique et les plus faibles au début du Néolithique (**TABLEAU 5.8**). Cependant, les molaires supérieures mésolithiques possèdent les diamètres mésiodistal (MD) et buccolingual (BL) les plus importants (**FIGURE 5.13**). Seuls les diamètres BL sont significativement supérieurs à ceux des UM1, UM2 et UM3 néolithiques ($p = 0,0057$, $p = 0,0009$ et $p = 0,0172$, respectivement) (**TABLEAU 5.10**). La seule différence significative pour le diamètre MD est relevée pour les UP4 mésolithiques et néolithiques, les premières ayant des valeurs plus importantes que les secondes ($p = 0,0344$). En revanche, les différences sont plus importantes pour le diamètre BL (**FIGURE 5.13**) et les réductions de ce diamètre sont significatives au cours du temps pour les UI1, les UP4, les UM1, les UM2 et les UM3 (**TABLEAU 5.10**).

Tableau 5.8. Évolution des dimensions coronaires des dents permanentes supérieures.

Dent	Période		MD (mm)	BL (mm)	MDcerv (mm)	BLcerv (mm)	Hc (mm)
UI1	Paléo (n=8)	$\bar{m} \pm sd$	8,42 ± 0,91	7,79 ± 0,64	6,40 ± 0,82	7,72 ± 1,58	9,50 ± 4,40
		min-max	7,10-9,30	6,51-8,60	5,50-7,12	6,63-9,53	4,50-12,76
	Mésos (n=28)	$\bar{m} \pm sd$	8,48 ± 0,76	6,91 ± 0,90	6,53 ± 0,55	6,23 ± 0,35	8,10 ± 2,86
		min-max	6,64-9,60	3,80-7,69	5,34-7,70	5,73-6,78	3,37-12,80
	Néo (n=16)	$\bar{m} \pm sd$	8,40 ± 0,50	7,11 ± 0,44	6,25 ± 0,71	6,31 ± 0,41	10,19 ± 1,41
		min-max	7,64-9,18	6,27-8,01	4,49-7,27	5,68-6,88	7,88-12,88
UI2	Paléo (n=8)	$\bar{m} \pm sd$	6,19 ± 0,82	6,37 ± 0,72	5,03 ± 0,15	5,80 ± 0,45	7,21 ± 2,59
		min-max	5,07-7,30	4,81-7,20	4,92-5,13	5,48-6,12	4,60-9,77
	Mésos (n=23)	$\bar{m} \pm sd$	6,68 ± 0,79	6,15 ± 0,88	4,84 ± 0,64	5,56 ± 0,38	7,60 ± 2,17
		min-max	5,43-7,80	2,85-8,00	3,54-5,60	5,20-6,40	4,25-11,00
	Néo (n=27)	$\bar{m} \pm sd$	6,29 ± 0,55	6,26 ± 0,57	4,65 ± 0,57	5,71 ± 0,83	8,56 ± 1,93
		min-max	5,19-7,49	5,10-7,36	3,73-5,50	3,59-7,42	2,92-11,26
UC	Paléo (n=10)	$\bar{m} \pm sd$	7,37 ± 0,63	8,51 ± 0,51	5,93 ± 0,92	8,79 ± 1,76	10,83 ± 4,50
		min-max	5,90-8,00	7,60-9,20	5,40-7,00	7,14-10,64	4,60-15,03
	Mésos (n=28)	$\bar{m} \pm sd$	7,62 ± 0,82	8,47 ± 0,81	5,57 ± 0,65	7,76 ± 0,88	7,19 ± 2,58
		min-max	5,31-8,60	5,71-9,60	4,49-6,52	5,98-8,80	3,96-13,00
	Néo (n=34)	$\bar{m} \pm sd$	7,35 ± 0,51	8,24 ± 0,68	5,53 ± 0,44	7,82 ± 0,74	7,81 ± 2,70
		min-max	6,03-8,33	6,99-9,60	4,60-6,39	6,39-9,27	1,12-12,16

(suite page suivante)

Dent	Période		MD (mm)	BL (mm)	MDcerv (mm)	BLcerv (mm)	Hc (mm)
UP3	Paléo (n=9)	$\bar{m} \pm sd$	6,89 ± 1,11	8,96 ± 1,03	5,76 ± 2,19	6,61 ± 2,20	6,51 ± 2,18
		min-max	5,78-9,37	6,27-9,70	4,18-8,26	4,15-8,38	4,40-9,20
	Mésos (n=32)	$\bar{m} \pm sd$	6,61 ± 0,52	9,15 ± 0,58	4,58 ± 0,44	7,61 ± 0,69	5,78 ± 1,47
		min-max	5,52-7,94	8,32-10,40	4,07-5,40	6,88-9,00	3,65-9,00
	Néo (n=43)	$\bar{m} \pm sd$	6,63 ± 0,47	8,92 ± 0,54	4,74 ± 0,40	8,05 ± 0,65	6,44 ± 1,85
		min-max	5,15-7,37	7,63-10,16	3,72-5,46	7,01-9,56	0,79-10,18
UP4	Paléo (n=8)	$\bar{m} \pm sd$	6,39 ± 0,47	9,39 ± 0,33	6,91 ± 2,98	8,20 ± 0,63	8,41 ± 3,86
		min-max	5,80-7,00	9,00-9,89	4,80-9,01	7,75-8,64	5,10-12,65
	Mésos (n=26)	$\bar{m} \pm sd$	6,63 ± 0,45	9,59 ± 0,83	4,99 ± 0,47	8,37 ± 0,90	5,58 ± 1,54
		min-max	5,90-7,34	8,00-12,30	4,10-5,50	7,01-9,90	3,44-8,00
	Néo (n=33)	$\bar{m} \pm sd$	6,24 ± 0,59	8,93 ± 0,57	4,41 ± 0,37	7,96 ± 0,77	5,82 ± 1,63
		min-max	4,66-7,28	7,20-9,70	3,84-5,07	6,36-9,07	1,61-8,11
UM1	Paléo (n=13)	$\bar{m} \pm sd$	10,12 ± 0,83	11,51 ± 0,82	9,22 ± 1,99	8,58 ± 1,98	8,87 ± 4,34
		min-max	8,86-11,85	9,24-12,50	8,00-11,52	6,86-10,57	4,90-15,06
	Mésos (n=33)	$\bar{m} \pm sd$	10,22 ± 0,68	11,90 ± 0,67	7,89 ± 0,71	10,33 ± 0,98	6,25 ± 0,87
		min-max	8,72-11,84	9,63-13,00	6,55-8,70	8,35-11,28	4,48-7,00
	Néo (n=56)	$\bar{m} \pm sd$	10,10 ± 0,60	11,46 ± 0,70	8,17 ± 0,89	10,76 ± 0,79	6,36 ± 1,02
		min-max	8,26-11,17	9,64-12,76	6,79-10,81	8,46-12,54	3,25-8,37
UM2	Paléo (n=12)	$\bar{m} \pm sd$	9,39 ± 0,83	11,97 ± 0,67	8,57 ± 1,66	8,21 ± 3,27	9,49 ± 3,70
		min-max	7,15-10,50	10,78-12,80	6,81-10,01	4,94-11,44	5,70-13,87
	Mésos (n=31)	$\bar{m} \pm sd$	9,69 ± 0,84	12,03 ± 0,77	7,54 ± 0,80	10,62 ± 0,93	6,65 ± 0,60
		min-max	7,89-11,00	10,38-14,00	6,08-8,60	8,40-11,39	5,87-7,34
	Néo (n=61)	$\bar{m} \pm sd$	9,42 ± 0,67	11,47 ± 0,70	7,18 ± 0,92	10,33 ± 1,18	6,50 ± 1,23
		min-max	8,02-10,75	10,22-13,15	4,17-8,91	5,80-11,88	2,02-8,85
UM3	Paléo (n=5)	$\bar{m} \pm sd$	9,14 ± 1,21	11,04 ± 1,50	9,47 ± 0,31	6,58 ± 0,52	10,78 ± 1,90
		min-max	8,00-11,14	8,74-12,50	9,25-9,69	6,21-6,94	9,44-12,12
	Mésos (n=25)	$\bar{m} \pm sd$	8,88 ± 0,78	11,51 ± 1,24	6,68 ± 0,71	10,03 ± 1,29	6,14 ± 0,43
		min-max	7,50-10,40	7,16-13,08	5,75-7,70	8,00-11,21	5,80-6,77
	Néo (n=21)	$\bar{m} \pm sd$	8,56 ± 0,74	10,72 ± 0,79	6,59 ± 0,62	9,83 ± 1,09	6,17 ± 0,94
		min-max	7,63-9,97	9,67-12,86	5,71-7,61	8,50-12,30	4,50-7,59

Voir le **TABLEAU 5.6** pour la légende des abréviations.

Pour les dents permanentes inférieures, les dimensions coronaires de la fin du Paléolithique sont également les plus importantes alors que les dents du début du Néolithique montrent les dimensions externes les plus faibles (**TABLEAU 5.9**). Peu de différences sont relevées entre les

dents antérieures des trois périodes (**FIGURE 5.13**). En revanche, les prémolaires et les molaires inférieures du Paléolithique et du Mésolithique possèdent des dimensions proches, avec des diamètres externes largement supérieurs à ceux des dents du Néolithique. À nouveau, les différences sont les plus marquées pour le diamètre BL, significativement supérieur au Paléolithique qu'au Néolithique. De plus, les LM1, LM2 et LM3 du Mésolithique ont des diamètres MD et BL significativement supérieurs à ceux des molaires néolithiques (**TABLEAU 5.10**).

Tableau 5.9. Évolution des dimensions coronaires des dents permanentes inférieures.

Dent	Période		MD (mm)	BL (mm)	MDcerv (mm)	BLcerv (mm)	Hc (mm)
LI1	Paléo (n=9)	$\bar{m} \pm sd$	5,13 ± 0,34	5,77 ± 0,66	3,67 ± 0,09	5,49 ± 0,42	6,57 ± 3,49
		min-max	4,70-5,64	4,80-6,60	3,60-3,73	5,19-5,78	4,10-9,03
	Mésos (n=25)	$\bar{m} \pm sd$	5,18 ± 0,50	6,06 ± 0,64	3,62 ± 0,28	5,71 ± 0,54	6,39 ± 1,99
		min-max	4,59-6,39	3,50-7,00	3,30-4,10	5,16-6,65	2,55-9,50
	Néo (n=19)	$\bar{m} \pm sd$	5,28 ± 0,55	5,94 ± 0,41	3,53 ± 0,23	5,85 ± 0,38	7,45 ± 1,97
		min-max	4,07-6,02	4,97-6,49	3,10-3,90	5,32-6,57	4,19-10,37
LI2	Paléo (n=10)	$\bar{m} \pm sd$	5,44 ± 0,36	6,34 ± 0,75	4,22 ± 0,40	6,45 ± 0,07	5,40*
		min-max	5,20-6,20	5,00-7,00	3,94-4,50	6,40-6,50	*
	Mésos (n=32)	$\bar{m} \pm sd$	5,70 ± 0,42	6,31 ± 0,37	3,92 ± 0,43	5,93 ± 0,48	7,30 ± 1,26
		min-max	4,77-6,40	5,38-7,18	3,28-4,69	5,10-7,00	4,29-9,02
	Néo (n=33)	$\bar{m} \pm sd$	5,57 ± 0,48	6,19 ± 0,40	3,91 ± 0,34	5,88 ± 0,57	8,01 ± 2,07
		min-max	4,11-6,24	5,27-6,75	3,32-4,47	3,96-6,52	3,13-10,69
LC	Paléo (n=12)	$\bar{m} \pm sd$	6,46 ± 0,71	7,65 ± 0,87	6,03 ± 1,74	7,91 ± 1,16	11,05 ± 6,17
		min-max	5,30-7,30	6,10-8,61	4,49-8,52	6,69-9,21	6,50-18,08
	Mésos (n=32)	$\bar{m} \pm sd$	6,75 ± 0,49	7,85 ± 0,46	5,14 ± 0,50	7,61 ± 0,63	9,08 ± 1,94
		min-max	5,50-7,66	7,00-9,00	4,35-5,90	6,60-8,50	5,66-12,00
	Néo (n=35)	$\bar{m} \pm sd$	6,60 ± 0,43	7,54 ± 0,68	5,11 ± 0,55	7,31 ± 0,76	8,91 ± 2,59
		min-max	5,83-7,72	5,10-8,60	4,11-6,23	4,80-8,76	3,32-12,40
LP3	Paléo (n=12)	$\bar{m} \pm sd$	7,00 ± 0,63	8,26 ± 0,64	6,14 ± 1,00	6,91 ± 1,47	10,39 ± 4,41
		min-max	6,00-7,80	7,10-9,00	5,10-7,44	4,81-8,15	5,00-14,34
	Mésos (n=29)	$\bar{m} \pm sd$	6,71 ± 0,54	7,90 ± 0,59	4,86 ± 0,37	6,76 ± 0,33	6,13 ± 1,92
		min-max	5,64-7,60	7,00-9,09	4,32-5,30	6,40-7,38	3,13-8,50
	Néo (n=31)	$\bar{m} \pm sd$	6,66 ± 0,44	7,54 ± 0,43	4,91 ± 0,39	6,58 ± 0,42	7,03 ± 1,52
		min-max	6,00-7,30	6,78-8,22	4,16-5,71	5,87-7,26	4,13-8,89

(suite page suivante)

(suite)	Période		MD (mm)	BL (mm)	MDcerv (mm)	BLcerv (mm)	Hc (mm)
LP4	Paléo (n=10)	$\bar{m} \pm sd$	7,22 ± 0,58	8,56 ± 0,41	5,20 ± 0,28	7,10 ± 0,08	6,48 ± 4,36
		min-max	6,50-7,99	8,14-9,20	5,00-5,39	7,04-7,15	3,40-9,56
	Méso (n=29)	$\bar{m} \pm sd$	6,96 ± 0,52	8,61 ± 0,51	5,24 ± 0,55	7,28 ± 0,19	6,38 ± 1,43
		min-max	6,00-8,10	7,00-9,67	4,39-5,90	7,10-7,60	4,15-8,00
	Néo (n=34)	$\bar{m} \pm sd$	6,69 ± 0,40	8,17 ± 0,59	5,13 ± 0,89	7,09 ± 0,58	5,88 ± 1,39
		min-max	6,00-7,71	7,29-10,06	4,13-8,53	6,16-8,39	3,72-8,35
LM1	Paléo (n=16)	$\bar{m} \pm sd$	11,37 ± 0,74	11,05 ± 0,66	9,30 ± 0,56	8,01 ± 1,74	7,48 ± 2,48
		min-max	10,40-12,32	10,14-12,50	8,44-10,03	5,41-9,75	3,80-12,51
	Méso (n=31)	$\bar{m} \pm sd$	11,49 ± 0,67	10,99 ± 0,44	9,42 ± 0,60	8,87 ± 0,68	6,42 ± 1,13
		min-max	9,90-12,70	10,13-12,00	8,25-9,98	7,26-9,52	4,69-8,00
	Néo (n=54)	$\bar{m} \pm sd$	10,70 ± 1,04	10,37 ± 0,54	8,66 ± 0,86	8,94 ± 0,70	5,92 ± 1,29
		min-max	6,50-12,19	8,31-11,24	4,70-9,74	7,02-9,93	3,29-8,23
LM2	Paléo (n=11)	$\bar{m} \pm sd$	10,72 ± 0,75	10,48 ± 0,99	9,01 ± 0,47	7,82 ± 1,63	9,54 ± 4,06
		min-max	9,16-11,50	9,25-12,00	8,45-9,60	5,60-9,54	5,00-13,89
	Méso (n=32)	$\bar{m} \pm sd$	10,83 ± 0,59	10,67 ± 0,48	8,90 ± 0,59	8,02 ± 0,45	6,51 ± 0,93
		min-max	10,00-12,16	9,70-11,70	7,74-9,50	7,53-8,80	4,70-8,00
	Néo (n=44)	$\bar{m} \pm sd$	10,53 ± 0,62	9,98 ± 0,55	8,71 ± 0,57	8,71 ± 0,68	6,24 ± 1,12
		min-max	9,06-11,37	8,53-11,78	7,43-9,59	7,53-9,98	4,14-9,36
LM3	Paléo (n=7)	$\bar{m} \pm sd$	10,61 ± 0,85	10,41 ± 0,49	7,56 ± 0,42	7,45 ± 0,07	8,61 ± 5,38
		min-max	9,60-11,77	9,70-11,00	7,26-7,86	7,40-7,50	4,80-12,41
	Méso (n=27)	$\bar{m} \pm sd$	10,70 ± 0,48	10,45 ± 0,55	9,03 ± 0,68	8,37 ± 0,67	6,05 ± 0,56
		min-max	9,84-11,60	9,26-11,60	8,29-9,80	7,50-9,11	5,50-6,92
	Néo (n=24)	$\bar{m} \pm sd$	10,20 ± 0,91	9,65 ± 0,50	8,20 ± 0,77	8,40 ± 0,45	5,69 ± 1,03
		min-max	8,13-11,54	8,88-10,72	7,15-9,52	7,52-9,05	3,30-7,42

Voir le **TABLEAU 5.6** pour la légende des abréviations.

* mesures qui n'ont pas pu être prises sur toutes les dents.

Lorsque les différences entre les chronocultures sont considérées (Magdalénien moyen et supérieur, Azilien, Premier et Second Mésolithique, Néolithique ancien et moyen), les diamètres des couronnes et au collet sont plus variables et leur évolution plus complexe à mettre en évidence qu'à une échelle de temps plus large. Par exemple, les dents du Néolithique ancien et moyen présentent majoritairement les dimensions les plus faibles, proches de celles des dents du Premier Mésolithique. Aussi, les différences entre le Premier Mésolithique et le Second Mésolithique sont importantes, ces derniers présentant des dimensions supérieures et proches de celles des dents de l'Azilien et du Magdalénien moyen.

Tableau 5.10. Résultats significatifs du test *t* de Student pour la comparaison des dimensions coronaires entre les dents permanentes des différentes périodes.

Dent	MD (mm)	BL (mm)	MDcerv (mm)	BLcerv (mm)	Hc (mm)
UI1		Paléo > Méso Paléo > Néó		Paléo > Méso Paléo > Néó	Méso < Néó
UP3			Paléo > Néó	Paléo < Néó	
UP4	Méso > Néó	Paléo > Méso Méso > Néó	Paléo > Néó Méso > Néó		Paléo > Néó
UM1		Méso > Néó		Paléo < Néó	
UM2		Paléo > Méso Méso > Néó	Paléo > Néó	Paléo < Néó	Paléo > Néó
UM3		Méso > Néó	Paléo > Méso Paléo > Néó	Paléo < Méso Paléo < Néó	Paléo > Méso Paléo > Néó
LI2			Paléo > Néó		
LC		Méso > Néó			
LP3		Paléo > Néó Méso > Néó	Paléo > Méso Paléo > Néó		Paléo > Méso Paléo > Néó
LP4	Paléo > Néó	Méso > Néó			
LM1	Paléo > Néó Méso > Néó	Paléo > Néó Méso > Néó	Méso > Néó		
LM2	Méso > Néó	Paléo > Néó		Méso < Néó	
LM3	Méso > Néó	Paléo > Néó Méso > Néó	Paléo < Méso	Paléo < Néó	Paléo > Néó

Voir le **TABLEAU 5.6** pour la légende des abréviations.

Ne sont présentées que les polarités des résultats significatifs ($p < 0,05$).

Dans l'ensemble, les hauteurs des couronnes (Hc) diminuent entre la fin du Paléolithique et le Néolithique, les dents permanentes de la fin du Paléolithique supérieur montrant des hauteurs plus importantes que les couronnes du Mésolithique et du Néolithique. Les couronnes des UP4, UM2, UM3, LP3 et LM3 paléolithiques sont significativement plus hautes que celles du Néolithique (**TABLEAU 5.10**). Aussi, les hauteurs des couronnes des UM3 et des LP3 mésolithiques sont significativement inférieures à celles du Paléolithique.

Ainsi, les dimensions coronaires des dents déciduales et permanentes diminuent globalement entre la fin du Paléolithique et le début du Néolithique, et ce signal est plus clair pour les dents déciduales que pour les dents permanentes. Cependant, la réduction n'est pas uniforme entre les types de dents et elle n'est pas similaire entre les trois périodes considérées. Les différences de dimensions coronaires les plus importantes sont relevées pour les dm2 et les M3. Enfin, les réductions les plus importantes sont mises en évidence pour le diamètre BL.

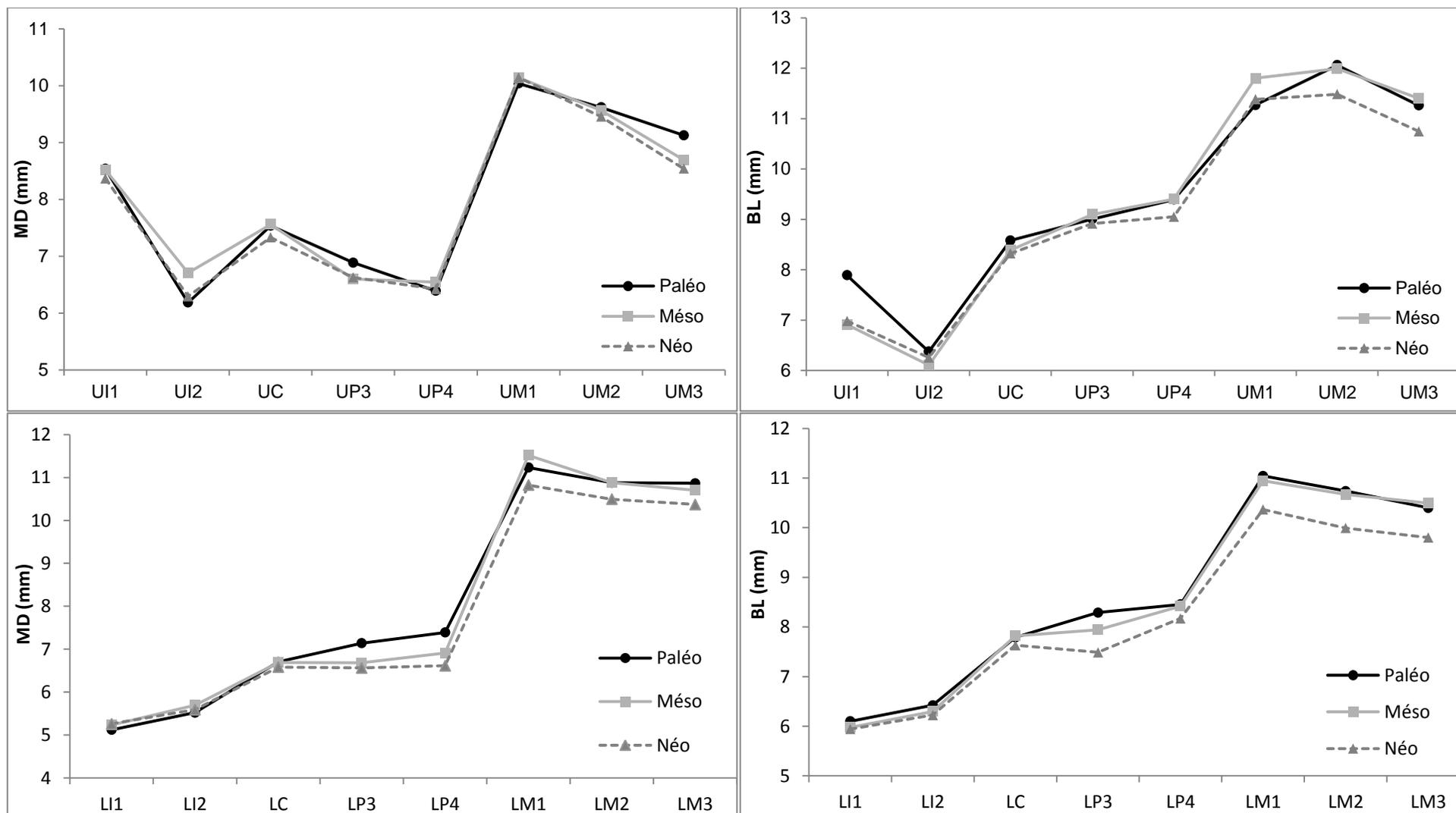


Figure 5.13. Évolution des diamètres mésiodistal (MD) et buccolingual (BL) pour les dents permanentes supérieures (en haut) et inférieures (en bas) datées de la fin du Paléolithique (Paléo = Magdalénien moyen, Magdalénien supérieur, Azilien), du Mésolithique (Mésol = Premier et Second Mésolithique) et du début du Néolithique (Néo = Néolithique ancien et moyen).

5.2.2. Variation et évolution des variations anatomiques non métriques

Pour la fin du Paléolithique, les variations anatomiques non métriques de 39 dents déciduales et de 63 dents permanentes ont pu être observées. Elles proviennent des sites de Lafaye, de La Marche, de La Piscine, de Chancelade et de Moulin Neuf pour le Magdalénien moyen, des sites des Peyrugues, du Morin et de Peyrazet datés du Magdalénien supérieur, et du Bois Ragot, de Rochereil, de Troubat et de La Madeleine pour les sites aziliens. Dans cet échantillon, beaucoup de caractères ont été codés « non observables », notamment en raison de l'usure occlusale. Ainsi, les fréquences obtenues par type de dents sont trop faibles pour réaliser des analyses intersites. Cependant, les variations anatomiques non métriques présentes sont mentionnées à titre d'observation, pour les types de dents avec les effectifs les plus importants sur cette période.

Pour les dents déciduales, les variations anatomiques de 17 dents supérieures et de 22 dents inférieures ont été étudiées. Lorsqu'ils sont observables, le métacône et l'hypocône des Udm2 sont systématiquement présents, avec donc des fréquences de 100 %. Le métaconule, quant à lui, est présent sur les Udm2 de l'enfant de Lafaye et de l'individu immature de Moulin Neuf, mais pas sur les dents du Morin et de Rochereil. Le tubercule de Carabelli et les tubercules mésio-accessoires n'ont été codés présents que sur les dents de Lafaye. D'autre part, l'hypoconulide a une fréquence de 100 % pour les Ldm2 de la fin du Paléolithique. L'entoconulide et le métaconulide des Ldm2, quant à eux, sont présents à Lafaye et à La Marche, mais absents au Morin et à La Madeleine.

Pour les dents permanentes, bien que l'effectif soit plus important (23 dents supérieures et 40 inférieures), le nombre d'observations maximales d'une même variation anatomique non métrique, tous sites confondus, est de cinq pour les dents supérieures et de huit pour les inférieures. Cependant, lorsque les variations anatomiques non métriques des canines supérieures sont observables, le tubercule dentaire, la crête mésiale et la crête accessoire distale ont toujours une fréquence de 100 %. Pour les UM1, le métacône est systématiquement présent ; l'hypocône et le métacône sont aussi observés à Lafaye et à La Marche. En revanche, à Peyrazet, l'hypocône n'est codé présent que sur l'une des deux UM1, et le métaconule est absent. Enfin, le tubercule de Carabelli n'est présent que sur l'UM1 de l'enfant de Lafaye. Pour les dents inférieures, l'hypoconulide est toujours présent sur les huit LM1 pour lesquelles le caractère était observable. En revanche, l'entoconide et le métaconulide ne sont présents que sur les LM1 de La Piscine et de La Marche. Pour les LM3, ces mêmes caractères sont présents sur la LM3 du Morin, mais absents des deux autres LM3 observables (Bois Ragot et La Marche).

Globalement, entre les sites de Lafaye, de La Marche et de Moulin Neuf, les morphologies des dm2 sont proches et les cuspides supplémentaires sont toujours présentes, tandis que les dm2 du Morin, de Rochereil et de La Madeleine ne possèdent pas de cuspides supplémentaires. Les M1 de Lafaye, de La Piscine et de La Marche possèdent également des cuspides supplémentaires, à l'inverse de celles de Peyrazet et du Morin. Ainsi, les dents du Magdalénien moyen possèdent une morphologie complexe, avec des cuspides supplémentaires. Elles se distinguent des dents du Magdalénien supérieur et de l'Azilien, qui présentent des morphologies plus simples et une absence de cuspide supplémentaire. Cette distinction entre Magdalénien moyen et Magdalénien supérieur-Azilien est particulièrement marquée pour les M1 et les dm2.

Le codage des variations anatomiques non métriques pour les individus datés du Mésolithique a pu être effectué sur 38 dents déciduales et 132 dents permanentes. Ces dents proviennent des sites des Fieux, de Houleau 2, de La Vergne et des Perrats, tous datés du Premier Mésolithique, et des sites d'Unikoté II, d'Auneau et de Téviéc pour le Second Mésolithique. De même que pour l'échantillon de la fin du Paléolithique, les fréquences par site sont trop faibles pour les analyses statistiques, et seules les observations notables sont rapportées ici.

Pour les 24 dents déciduales supérieures, observées sur deux sites mésolithiques, Houleau 2 et Les Perrats, le caractère en pelle des incisives et des canines n'est présent que sur les dents des individus de Houleau 2. Dans les deux sites, les Udm2 possèdent systématiquement un métacône et un hypocône, alors que le métaconule, le parastyle et le tubercule de Carabelli sont absents. Concernant les 14 dents déciduales inférieures des individus de Houleau 2, de La Vergne et des Perrats, le caractère en pelle, l'entoconulide et le métaconulide sont toujours absents sur les dents observées. En revanche, l'hypoconulide est présent dans un cas aux Perrats comme à Houleau 2.

Les variations anatomiques non métriques des dents permanentes ont pu être codées sur 64 dents supérieures et 68 dents inférieures, mais le nombre total d'observations d'une même variation anatomique non métrique atteint 13 et 15, respectivement pour chaque arcade. Parmi les observations notables, le caractère en pelle des incisives et des canines supérieures n'est présent que pour les individus de Houleau 2. Pour les UM1, le métacône et l'hypocône sont systématiquement présents, tandis que ces deux variations ont des expressions variables sur les UM2 et UM3 mésolithiques. Les UM1 de La Vergne sont les seules à posséder un métaconule. Les tubercules mésio-accessoires et la fusion des racines des UM3 ont une fréquence de 100 % sur les UM1 codées. Le caractère en pelle est également absent pour les incisives et pour les canines inférieures de l'ensemble des individus mésolithiques.

Systématiquement, l'hypoconulide est présent sur les LM1 et absent sur les LM2. Les LM1 de La Vergne sont les seules à posséder un entoconulide. L'extension interradiculaire de l'émail est toujours notée présente pour les molaires inférieures des Perrats, et montre des fréquences importantes à Houleau 2 et à Tévéc.

Entre les sites mésolithiques, une variabilité importante est notée dans l'expression des variations anatomiques. Globalement, les dents déciduales et les dents permanentes antérieures des individus de Houleau 2 semblent se distinguer de celles des autres sites par des fréquences plus élevées pour les variations anatomiques observées. Bien que les M1 de La Vergne semblent plus complexes que celles des autres sites, du fait des effectifs trop faibles, il n'y a pas de tendance clairement identifiable pour les molaires permanentes.

Pour le début du Néolithique, l'effectif de dents déciduales observées pour l'évaluation des variations anatomiques non métriques est plus important que pour les périodes précédentes : 109 déciduales et 684 dents permanentes provenant de Pendimoun, de Baume Bourbon et de Germignac pour le Néolithique ancien, des sites des Bréguières et de Gurgy datés de la transition entre Néolithique ancien et moyen, et de Fauroux, d'Auneau, de La Lède du Gurg et de Mykolas pour le Néolithique moyen. Malgré tout, le nombre des variations dentaires non observables est important pour les différents sites, notamment car tous les types de dents ne sont pas conservés et, quand ils le sont, l'usure occlusale est souvent prononcée.

Les variations anatomiques ont été codées pour 52 dents déciduales supérieures et 57 inférieures. Pour les Udm2 observées, le métacône et l'hypocône sont systématiquement présents, excepté dans trois cas (un à Gurgy et deux aux Bréguières). Le métaconule est absent pour les individus des Bréguières, de Fauroux et d'Auneau et n'a été codé présent qu'une seule fois à Gurgy. Le caractère en pelle des Ldc est présent pour au moins une dent déciduale de chaque site. D'autre part, l'hypoconulide est la seule cuspide supplémentaire pour les Ldm2, présente pour les individus des Bréguières, de Gurgy et d'Auneau.

Les dents permanentes montrent des effectifs élevés (331 dents supérieures et 353 dents inférieures), notamment en raison de l'importance du nombre d'individus aux Bréguières (n = 25) et à Gurgy (n = 22). En revanche, peu d'individus sont représentés pour les sites de Pendimoun (n = 3), Baume Bourbon (n = 7), Germignac (n = 1), Mykolas (n = 4), La Lède du Gurg (n = 1) et Auneau (n = 4). Pour les dents permanentes supérieures, neuf caractères sont absents de l'ensemble de l'échantillon néolithique : la double pelle des UI1, l'odontome sur les prémolaires, la racine multiple de la UP4, la fusion des racines de la UM1, ainsi que le tubercule de Carabelli sur les UM2 et UM3, le parastyle et l'extension interradiculaire des UM3. Par ailleurs, les incisives centrales en pelle sont présentes pour 100 % des individus de

Gurgy (n = 6) et absentes pour les individus des autres sites. Sur les UI2, les fréquences du caractère en pelle sont dans l'ensemble plus importantes, de 60 % aux Bréguières à 100 % pour Mykolas et Auneau. D'autre part, la présence d'un métacône et d'un hypocône est systématique pour toutes les UM1 des individus des différents sites néolithiques. Ces mêmes caractères sont très fréquents pour les UM2, sauf pour les individus de Mykolas et d'Auneau où les fréquences sont respectivement 75 % et 50 %. Seule la fréquence de l'hypocône de la UM2 est significativement supérieure pour les individus de Gurgy que pour les individus d'Auneau ($p = 0,0066$) et de Mykolas ($p = 0,0120$). Le métacône et l'hypocône sont moins fréquents sur les UM3. En particulier, l'hypocône est absent sur les UM3 des individus de Pendimoun et de Mykolas. Enfin, les extensions interradiculaires de l'émail ne sont présentes que pour les UM3 des individus des Bréguières, de Gurgy et de la Baume Bourbon.

Pour les dents permanentes inférieures, 15 variations anatomiques sont absentes de l'échantillon néolithique : le caractère en pelle des LI1, la double pelle des incisives, le tubercule dentaire sur les dents antérieures, l'odontome sur les LP4, la racine multiple de la canine, des prémolaires et la fusion des racines de la LM1, ainsi que le protostylide sur les LM1 et les LM2, la crête du trigonide des LM1 et le métaconulide des LM3. Dans l'ensemble, la crête accessoire des prémolaires est présente en fréquence importante pour les LP3 des individus des sites néolithiques, mais pas pour les LP4. À l'inverse, les cuspidés linguales multiples sont plus fréquentes pour les LP4 que les LP3 chez les individus du début du Néolithique. Si la présence de l'hypoconulide est très prononcée sur les LM1 (de 80 % pour la Baume Bourbon à 100 % pour Gurgy, Mykolas et Auneau), son expression est en revanche plus variable pour les LM2 et LM3, pour lesquelles la fréquence de 100 % ne correspond qu'à l'individu de Germignac. L'entoconulide est plus fréquent sur les LM1 que sur les LM2 et les LM3, et il n'est présent que pour les LM1 des individus de Gurgy et d'Auneau. Aussi, le métaconulide n'est codé présent qu'à Gurgy et à Baume Bourbon, toujours en faible fréquence. D'autre part, la disposition des sillons intercuspiens (*groove pattern*) en forme de + est largement dominante pour les LM2, excepté aux Bréguières et à Baume Bourbon où elle représente 60 % et 55,6 %, respectivement. En revanche, la forme dominante pour les LM1 et les LM3 est la forme en Y (sauf pour la LM1 d'un individu de Mykolas et la LM3 de Germignac).

Entre les sites néolithiques, aucune différence significative de fréquence des variations anatomiques codées n'a été observée, excepté pour l'hypocône de la UM2. Dans l'ensemble de l'échantillon, ce caractère est également significativement plus fréquent pour les individus adultes que pour les immatures ($p = 0,0028$). Deux autres caractères des LM1, également liés

à l'âge, sont significativement plus fréquents chez les immatures que chez les adultes : l'hypoconulide ($p = 0,0368$) et la fovéa antérieure ($p = 0,0165$).

Les distances biologiques entre les individus des différents sites néolithiques ont été évaluées à partir des mesures moyennes de divergence (**TABLEAU 5.11**). Bien qu'aucune différence significative n'ait été mise en évidence, les individus du Néolithique ancien de Germignac et de Pendimoun sont plus proches entre eux ($MMD = -1,333$) et se distinguent des autres individus néolithiques (**FIGURE 5.14**). De plus, les individus de La Lède du Gurg et de Mykolas, d'une part, et les individus de Gurgy et des Bréguières, d'autre part, présentent des proximités plus importantes. Dans l'ensemble, les dents antérieures des individus de Germignac et de Pendimoun ne possèdent aucune des variations anatomiques observées, et les morphologies des molaires sont simples. Les individus de Gurgy et des Bréguières montrent quant à eux le plus large éventail de variations anatomiques non métriques présentes, suivis, dans une moindre mesure, par les individus d'Auneau et de Baume Bourbon. À Gurgy comme aux Bréguières, les fréquences de ces variations sont globalement hautes, et notamment les cuspidés supplémentaires des molaires sont systématiquement présentes pour une forte proportion des individus. Ainsi, les individus des deux sites les plus anciens du Néolithique, Germignac et Pendimoun, semblent se distinguer. Ceux des sites de Gurgy et des Bréguières, pour lesquels les effectifs sont les plus conséquents, présentent des proximités dans l'expression des variations anatomiques non métriques.

Tableau 5.11. Mesures moyennes de divergence (MMD) calculées entre les individus des sites du début du Néolithique.

MMD	Auneau	Baume Bourbon	Bréguières	Germignac	Gurgy	Lède du Gurg	Mykolas	Pendimoun
Auneau	0	-0,327	-0,309	-0,797	-0,072	-0,679	-0,679	-0,797
Baume Bourbon	<i>0,777</i>	0	-0,21	-0,628	-0,229	-0,628	-0,245	-0,628
Bréguières	<i>0,3</i>	<i>0,589</i>	0	-0,574	-0,093	-0,308	-0,373	-0,574
Germignac	<i>0,777</i>	<i>1,069</i>	<i>0,589</i>	0	-0,557	-0,628	-1,094	-1,333
Gurgy	<i>0,324</i>	<i>0,612</i>	<i>0,136</i>	<i>0,612</i>	0	-0,041	-0,306	-0,557
Lède du Gurg	<i>0,777</i>	<i>1,069</i>	<i>0,589</i>	<i>1,069</i>	<i>0,612</i>	0	-0,389	-0,628
Mykolas	<i>0,639</i>	<i>0,919</i>	<i>0,457</i>	<i>0,919</i>	<i>0,501</i>	<i>0,919</i>	0	-1,094
Pendimoun	<i>0,777</i>	<i>1,069</i>	<i>0,589</i>	<i>1,069</i>	<i>0,612</i>	<i>1,069</i>	<i>0,919</i>	0

Les distances sont indiquées en haut à droite, les écarts-types en italique en bas à gauche.

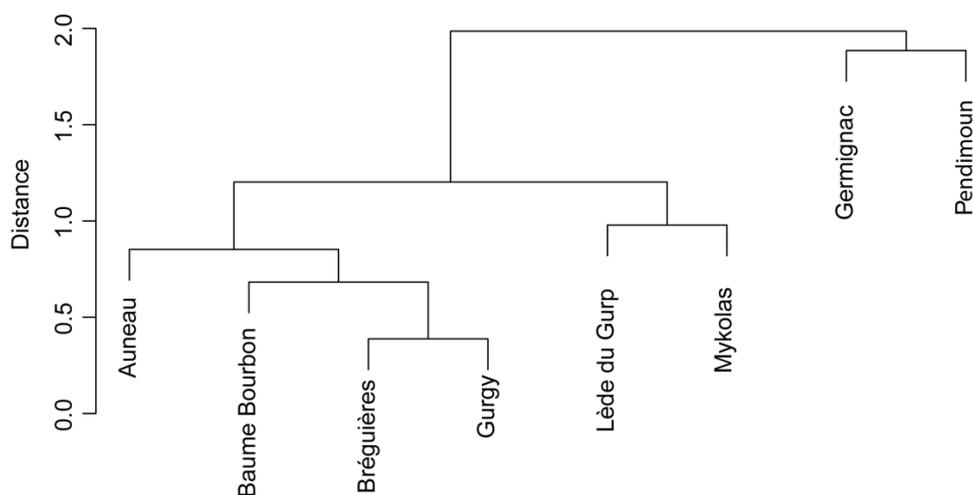


Figure 5.14. Dendrogramme obtenu selon la méthode de Ward, à partir des valeurs de MMD entre les individus du début du Néolithique.

Les différences de fréquences des variations anatomiques non métriques observées entre les dents de la fin du Paléolithique, du Mésolithique et du début du Néolithique ont été considérées par denture et par arcade. Toutes périodes confondues, le lien avec l'âge ou le sexe de l'individu a été testé. Les dents déciduales étant par définition des dents d'individus immatures, la différence de fréquence des variations entre les individus immatures et adultes n'a pu être testée que pour les dents permanentes. Dans l'ensemble de l'échantillon, cinq variations anatomiques non métriques sont liées à l'âge (**TABLEAU 5.12**). Quatre sont significativement plus fréquentes chez les individus adultes : l'hypocône de la seconde molaire supérieure (UM2H), les incisives latérales en pelle (LI2P), la fovéa antérieure de la première molaire inférieure (LM1FA) et l'hypoconulide de la seconde molaire inférieure (LM2H). En revanche, l'hypoconulide est statistiquement plus fréquent sur les LM1 des individus immatures. Enfin, aucune différence liée au sexe des individus n'a pu être mise en évidence sur les individus adultes dont le sexe est déterminé.

Au sein de l'échantillon total, chacune des 32 variations anatomiques non métriques observées a été codée présente sur au moins un type de dents. Cependant, certaines variations anatomiques sont absentes de l'échantillon pour les populations de la fin du Paléolithique, du Mésolithique et du début du Néolithique lorsque les dents sont considérées par arcade et par classe au sein de chaque denture. Pour les molaires déciduales supérieures, le parastyle n'a jamais été observé, de même que le protostylide et la fusion des racines qui sont absents sur les déciduales inférieures. Pour les dents permanentes, aucun odontome n'a été observé sur les prémolaires supérieures, le caractère en double pelle n'est pas présent pour les incisives inférieures, et enfin les prémolaires inférieures ne possèdent pas de racines multiples.

Tableau 5.12. Fréquence des variations anatomiques non métriques (VANM) des dents permanentes et lien à l'âge.

VANM	NT Seuil		Total			Adulte			Immature			Adulte/immature p
			Np	Nobs	Fq	Np	Nobs	Fq	Np	Nobs	Fq	
UI1P	36	2	11	24	45,83 %	2	7	28,57 %	6	9	66,67 %	0,9804
UI1C	36	2	8	26	30,77 %	2	9	22,22 %	4	9	44,44 %	0,6258
UI1TD	36	2	9	27	33,33 %	2	11	18,18 %	5	9	55,56 %	0,4263
UI1S	36	1	3	28	10,71 %	1	11	9,09 %	1	9	11,11 %	0,7513
UI2P	39	2	13	24	54,17 %	3	9	33,33 %	6	10	60,00 %	0,9383
UI2DP	39	2	1	27	3,70 %	0	11	0,00 %	1	11	9,09 %	1,0000
UI2C	39	2	15	28	53,57 %	7	12	58,33 %	6	11	54,55 %	0,9566
UI2TD	39	2	12	26	46,15 %	3	11	27,27 %	6	11	54,55 %	0,7310
UI2S	39	1	11	28	39,29 %	4	13	30,77 %	6	11	54,55 %	0,7728
UCP	52	2	11	19	57,89 %	5	9	55,56 %	6	10	60,00 %	0,9431
UCDP	52	2	4	23	17,39 %	2	9	22,22 %	2	13	15,38 %	0,5941
UCTD	52	2	12	28	42,86 %	5	14	35,71 %	7	13	53,85 %	0,8767
UCCM	52	1	8	14	57,14 %	1	4	25,00 %	7	10	70,00 %	0,8176
UCCAD	52	1	11	17	64,71 %	2	7	28,57 %	9	10	90,00 %	0,2336
UCR	52	1	1	23	4,35 %	1	14	7,14 %	0	8	0,00 %	1,0000
UP3CP	68	1	6	20	30,00 %	0	7	0,00 %	6	11	54,55 %	1,0000
UP3TM	68	1	17	25	68,00 %	8	11	72,73 %	8	11	72,73 %	1,0000
UP3DP	68	2	7	38	18,42 %	4	19	21,05 %	3	14	21,43 %	0,9275
UP3R	68	1	7	29	24,14 %	5	17	29,41 %	0	5	0,00 %	1,0000
UP4CP	56	1	3	11	27,27 %	0	3	0,00 %	2	6	33,33 %	1,0000
UP4TM	56	1	6	14	42,86 %	2	4	50,00 %	3	8	37,50 %	0,7275
UM1M	81	3	51	51	100,00 %	15	15	100,00 %	33	33	100,00 %	
UM1H	81	2	51	52	98,08 %	16	16	100,00 %	32	33	96,97 %	1,0000
UM1ML	81	1	17	43	39,53 %	4	7	57,14 %	13	33	39,39 %	0,7031
UM1PA	81	3	1	65	1,54 %	1	30	3,33 %	0	32	0,00 %	1,0000
UM1TC	81	5	9	50	18,00 %	0	14	0,00 %	9	33	27,27 %	1,0000
UM1EE	81	1	8	53	15,09 %	3	24	12,50 %	5	27	18,52 %	0,4457
UM1TMA	81	1	16	31	51,61 %	1	1	100,00 %	13	28	46,43 %	1,0000
UM2M	78	3	54	58	93,10 %	31	31	100,00 %	20	23	86,96 %	1,0000
UM2H	78	2	49	55	89,09 %	28	29	96,55 %	18	22	81,82 %	0,0003
UM2ML	78	1	20	43	46,51 %	5	18	27,78 %	12	21	57,14 %	0,6965
UM2PA	78	3	1	66	1,52 %	1	39	2,56 %	0	22	0,00 %	1,0000
UM2EE	78	1	8	58	13,79 %	6	35	17,14 %	2	19	10,53 %	0,3877
UM2TMA	78	1	13	38	34,21 %	4	16	25,00 %	8	18	44,44 %	0,6075
UM2R	78	1	12	49	24,49 %	9	36	25,00 %	1	8	12,50 %	0,5734
UM3M	30	3	18	25	72,00 %	12	16	75,00 %	5	5	100,00 %	1,0000
UM3H	30	2	14	25	56,00 %	8	16	50,00 %	4	5	80,00 %	0,8536
UM3ML	30	1	13	23	56,52 %	10	14	71,43 %	1	5	20,00 %	1,0000
UM3EE	30	1	2	22	9,09 %	0	13	0,00 %	2	5	40,00 %	1,0000
UM3R	30	1	13	16	81,25 %	10	11	90,91 %	1	1	100,00 %	1,0000

(suite)	NT Seuil		Total			Adulte			Immature			Adulte/immature p
			Np	Nobs	Fq	Np	Nobs	Fq	Np	Nobs	Fq	
LI1C	36	2	3	26	11,54 %	3	10	30,00 %	0	13	0,00 %	1,0000
LI2P	56	2	6	44	13,64 %	4	14	28,57 %	1	20	5,00 %	0,0037
LI2C	56	2	2	45	4,44 %	2	13	15,38 %	0	20	0,00 %	1,0000
LCP	63	2	15	46	32,61 %	8	22	36,36 %	5	20	25,00 %	0,6565
LCCAD	63	1	9	26	34,62 %	3	8	37,50 %	5	16	31,25 %	0,7514
LCR	63	1	1	23	4,35 %	1	13	7,69 %	0	5	0,00 %	1,0000
LP3CP	58	1	15	24	62,50 %	1	5	20,00 %	12	17	70,59 %	1,0000
LP3CLM	58	2	7	34	20,59 %	3	15	20,00 %	4	17	23,53 %	0,8452
LP3O	58	1	2	40	5,00 %	0	16	0,00 %	2	21	9,52 %	1,0000
LP4CP	55	1	7	18	38,89 %	0	4	0,00 %	7	13	53,85 %	1,0000
LC4CLM	55	2	15	25	60,00 %	7	10	70,00 %	5	12	41,67 %	0,8617
LM1H	91	1	45	47	95,74 %	6	7	85,71 %	34	35	97,14 %	0,0018
LM1E	91	1	11	43	25,58 %	0	6	0,00 %	10	33	30,30 %	1,0000
LM1MD	91	1	7	48	14,58 %	1	8	12,50 %	5	36	13,89 %	0,8742
LM1EE	91	1	36	69	52,17 %	14	31	45,16 %	18	31	58,06 %	0,9633
LM1GP	91	2	8	34	23,53 %	2	2	100,00 %	5	29	17,24 %	1,0000
LM1FA	91	2	4	36	11,11 %	1	3	33,33 %	2	29	6,90 %	0,0276
LM1DF	91	3	2	32	6,25 %	0	2	0,00 %	2	26	7,69 %	1,0000
LM1R	91	1	1	31	3,23 %	0	11	0,00 %	1	17	5,88 %	1,0000
LM2H	69	1	11	44	25,00 %	8	18	44,44 %	2	18	11,11 %	0,0671
LM2E	69	1	3	42	7,14 %	2	17	11,76 %	0	18	0,00 %	1,0000
LM2MD	69	1	2	41	4,88 %	1	15	6,67 %	1	18	5,56 %	0,7122
LM2EE	69	1	26	52	50,00 %	14	28	50,00 %	9	16	56,25 %	0,9437
LM2GP	68	2	28	42	66,67 %	13	18	72,22 %	11	18	61,11 %	0,7309
LM2CT	69	2	1	28	3,57 %	0	10	0,00 %	1	14	7,14 %	1,0000
LM2R	69	1	5	26	19,23 %	3	13	23,08 %	1	8	12,50 %	0,5822
LM3H	37	1	12	21	57,14 %	10	13	76,92 %	2	7	28,57 %	0,7067
LM3E	37	1	4	18	22,22 %	3	10	30,00 %	1	7	14,29 %	0,5666
LM3MD	37	1	1	17	5,88 %	0	9	0,00 %	1	7	14,29 %	1,0000
LM3PR	37	5	1	19	5,26 %	0	11	0,00 %	1	7	14,29 %	1,0000
LM3EE	37	1	8	21	38,10 %	8	18	44,44 %	0	2	0,00 %	1,0000
LM3GP	37	2	8	15	53,33 %	3	7	42,86 %	4	7	57,14 %	1,0000
LM3CT	37	2	1	15	6,67 %	1	7	14,29 %	0	7	0,00 %	1,0000
LM3R	37	1	7	13	53,85 %	6	9	66,67 %	0	3	0,00 %	1,0000

VANM = variation anatomique non métrique ; NT = nombre total de dents codées ; seuil = seuil de présence ; Np = effectif présent ; Nobs = effectif observable ; Fq = fréquence.

Les valeurs significatives ($p < 0,05$) sont en gras et surlignées en gris.

Voir le **TABLEAU 4.4** et l'**ANNEXE 4** pour la définition et la description des VANM.

Pour les dents déciduales des individus de la fin du Paléolithique, du Mésolithique et du début du Néolithique, les fréquences des variations anatomiques non métriques présentes au minimum une fois dans l'échantillon sont données dans le **TABLEAU 5.13**.

Pour les dents déciduales supérieures, le caractère en pelle (P) est moins fréquent pour les Udi1 que pour les Udi2 des individus de chacune des périodes, et pour les canines, il est absent au Paléolithique (**TABLEAU 5.13**). Le tubercule dentaire (TD) est absent pour les individus de la fin du Paléolithique ; ce caractère est faiblement présent au Mésolithique et au Néolithique. Pour les molaires, le nombre de cuspides (Udm1DC) est plus important au Mésolithique qu'au Paléolithique et au Néolithique. En revanche, pour les Udm2, il est plus élevé pour le Paléolithique que pour le Néolithique, le métacône (Udm2M) et l'hypocône (Udm2H) étant systématiquement présents pour les individus paléolithiques et mésolithiques. De plus, le métaconule (Udm2ML) est absent de l'échantillon mésolithique et n'est présent que sur une Udm2 néolithique. Sa fréquence importante au Paléolithique (60 %) est significativement supérieure à celle du Néolithique ($p = 0,0054$).

Concernant les dents déciduales inférieures, le caractère en pelle des Ldi2 et Ldc n'est présent que chez les individus néolithiques (**TABLEAU 5.13**). Le nombre de cuspides est plus important pour les molaires paléolithiques, l'hypoconulide (Ldm2HD) et le métaconulide (Ldm2MD) qui ne sont présents que chez les individus paléolithiques. Présent pour toutes les périodes, l'hypoconulide (Ldm2HD) est systématiquement observé pour les molaires des individus du Paléolithique, et ses fréquences diminuent ensuite au Mésolithique et au Néolithique. Enfin, si les fréquences de la fovéa antérieure (FA) des Ldm1 augmentent au cours du temps, ce caractère n'est observé que sur les Ldm2 des individus néolithiques.

Dans l'ensemble, les dents déciduales des individus paléolithiques se distinguent de celles des individus mésolithiques et néolithiques. Les incisives et les canines déciduales des individus du Paléolithique présentent en majorité une morphologie sans pelle ni tubercule dentaire. D'autre part, les molaires paléolithiques sont plus complexes et présentent des cuspides supplémentaires par rapport à celles du Mésolithique et du Néolithique. Cette différence est particulièrement marquée pour le métaconule, l'entoconulide et le métaconulide. Ainsi, le nombre de cuspides des dents déciduales diminue au cours du temps.

Tableau 5.13. Fréquence des variations anatomiques non métriques (VANM) pour les dents déciduales.

VANM	NT	Seuil	Paléo			Mésó			Néo			p		
			Np	Nobs	Fq	Np	Nobs	Fq	Np	Nobs	Fq	Paléo/Mésó	Paléo/Néo	Mésó/Néo
Udi1P	14	2	2	5	40,00 %	1	5	20,00 %	1	2	50,00 %	0,7040	0,5325	0,3780
Udi1TD	14	2	0	5	0,00 %	1	5	20,00 %	1	2	50,00 %	1,0000	1,0000	0,3780
Udi2P	13	2	1	2	50,00 %	5	7	71,43 %	2	4	50,00 %	0,3949	0,6161	0,6624
UdcP	12	2	0	1	0,00 %	3	4	75,00 %	2	3	66,67 %	1,0000	1,0000	0,7704
UdcTD	12	2	0	1	0,00 %	1	3	33,33 %	0	3	0,00 %	1,0000		1,0000
Udm1DC	25	2	0	2	0,00 %	3	3	100,00 %	2	7	28,57 %		1,0000	1,0000
Udm1R	25	1	1	3	33,33 %	0	1	0,00 %	1	8	12,50 %	1,0000	0,2755	1,0000
Udm2DC	29	3	3	5	60,00 %	0	3	0,00 %	2	20	10,00 %	1,0000	0,0749	1,0000
Udm2M	29	3	5	5	100,00 %	2	2	100,00 %	19	20	95,00 %		1,0000	1,0000
Udm2H	29	2	5	5	100,00 %	3	3	100,00 %	18	20	90,00 %		1,0000	1,0000
Udm2ML	29	1	3	5	60,00 %	0	2	0,00 %	1	19	5,26 %	1,0000	0,0076	1,0000
Udm2TC	29	5	2	5	40,00 %	0	3	0,00 %	3	20	15,00 %	1,0000	0,2071	1,0000
Udm2TMA	29	1	3	5	60,00 %	2	3	66,67 %	5	11	45,45 %	0,8265	0,8165	0,6701
Ldi2P	7	2	0	2	0,00 %	0	2	0,00 %	1	3	33,33 %		1,0000	1,0000
LdcP	9	2	0	2	0,00 %	0	2	0,00 %	4	5	80,00 %		1,0000	1,0000
Ldm1DC	32	3	3	7	42,86 %	2	4	50,00 %	1	13	7,69 %	0,7945	0,0506	0,0550
Ldm1FA	32	2	3	7	42,86 %	2	3	66,67 %	7	10	70,00 %	0,7465	0,7529	0,5784
Ldm2DC	38	4	3	9	33,33 %	0	4	0,00 %	0	22	0,00 %	1,0000	1,0000	
Ldm2HD	38	1	8	8	100,00 %	2	4	50,00 %	13	15	86,67 %	1,0000	1,0000	0,1724
Ldm2E	38	1	3	9	33,33 %	0	4	0,00 %	0	16	0,00 %	1,0000	1,0000	
Ldm2MD	38	1	1	9	11,11 %	0	4	0,00 %	0	19	0,00 %	1,0000	1,0000	
Ldm2FA	38	2	0	9	0,00 %	0	3	0,00 %	1	12	8,33 %		1,0000	1,0000

La signification des abréviations est donnée dans le **TABLEAU 5.12**.

Voir le **TABLEAU 4.4** et l'**ANNEXE 4** pour la définition et la description des VANM.

Pour les variations anatomiques non métriques présentes sur au moins une dent permanente de l'échantillon, les différences de fréquences entre les périodes sont données dans le **TABLEAU 5.14** pour les dents permanentes supérieures, et dans le **TABLEAU 5.15** pour les dents permanentes inférieures.

Dans l'ensemble, les dents antérieures du Paléolithique présentent moins de variations anatomiques que celles des individus du Mésolithique et du début du Néolithique, sauf pour le tubercule dentaire des UI1 (UI1TD) dont les fréquences diminuent au cours du temps (**TABLEAU 5.14**). En revanche, les variations anatomiques des canines et des prémolaires sont plus fréquentes pour les individus paléolithiques que pour ceux du Mésolithique et du Néolithique. La crête accessoire distale des canines (UCCAD) est systématiquement présente au Paléolithique et au Mésolithique. Concernant les molaires supérieures, le métacône (M) est systématiquement présent pour les UM1 de toutes les périodes et les UM2 paléolithiques et mésolithiques. L'hypocône (H) est présent sur 100 % des UM1 mésolithiques et néolithiques ; il est en revanche absent pour les UM2 des individus paléolithiques. Pour les trois molaires supérieures, le métaconule (ML) est plus fréquent au Paléolithique qu'au Mésolithique et au Néolithique. Le parastyle (UM1PA et UM2PA) n'a été codé présent que pour deux individus néolithiques. Aussi, les tubercules mésio-accessoires (UM1TMA) sont présents sur 100 % des molaires observées datant du Mésolithique et sont absents pour les UM2 des individus de la fin du Paléolithique. Enfin, le tubercule de Carabelli (TC) n'est présent que sur les UM1.

D'une façon générale, il y a une augmentation des fréquences des variations anatomiques non métriques présentes sur les dents antérieures entre la fin du Paléolithique, le Mésolithique et le début du Néolithique (**TABLEAU 5.14**). À l'inverse, les fréquences pour les canines supérieures tendent à diminuer. Pour les prémolaires et les molaires, il n'y a pas de schémas clairement identifiables entre les différentes périodes. Néanmoins, les UM1 et UM2 observées semblent être moins complexes au Paléolithique, alors que les UM3 du Paléolithique possèdent les fréquences les plus élevées de cuspides surnuméraires. Le métacône, systématique pour les UM1, est présent en forte proportion sur les UM2 et ses fréquences augmentent au cours du temps pour les UM3 (**TABLEAU 5.14**). Les fréquences de l'hypocône augmentent du Paléolithique au Néolithique (sauf pour les UM3), alors que celles du métaconule diminuent en moyenne pour toutes les molaires.

Tableau 5.14. Fréquence des VANM pour les dents permanentes supérieures.

VANM	Paléo			Mésio			Néo			p		
	Np	Nobs	Fq	Np	Nobs	Fq	Np	Nobs	Fq	Paléo/Mésio	Paléo/Néo	Mésio/Néo
UI1P	1	2	50,00 %	4	11	36,36 %	6	11	54,55 %	0,3826	0,4111	0,9153
UI1C	0	2	0,00 %	3	11	27,27 %	5	13	38,46 %	1,0000	1,0000	0,8093
UI1TD	1	2	50,00 %	4	12	33,33 %	4	13	30,77 %	0,3576	0,3335	0,9280
UI1S	0	2	0,00 %	1	13	7,69 %	2	13	15,38 %	1,0000	1,0000	0,3074
UI2P	0	2	0,00 %	2	6	33,33 %	11	16	68,75 %	1,0000	1,0000	0,7431
UI2DP	0	2	0,00 %	0	8	0,00 %	1	17	5,88 %		1,0000	1,0000
UI2C	2	2	100,00 %	3	8	37,50 %	10	18	55,56 %	1,0000	1,0000	0,8992
UI2TD	0	2	0,00 %	1	7	14,29 %	11	17	64,71 %	1,0000	1,0000	0,5306
UI2S	0	2	0,00 %	4	9	44,44 %	7	17	41,18 %	1,0000	1,0000	0,8482
UCP	1	3	33,33 %	0	0		10	16	62,50 %	1,0000	0,5862	1,0000
UCDP	1	3	33,33 %	0	4	0,00 %	3	16	18,75 %	1,0000	0,3262	1,0000
UCTD	3	3	100,00 %	0	6	0,00 %	9	19	47,37 %		1,0000	1,0000
UCCM	3	3	100,00 %	0	0		11	45,45 %		1,0000	1,0000	
UCCAD	3	3	100,00 %	1	1	100,00 %	7	13	53,85 %		1,0000	1,0000
UCR	0	2	0,00 %	1	6	16,67 %	0	15	0,00 %	1,0000		1,0000
UP3CP	2	2	100,00 %	0	1	0,00 %	4	17	23,53 %		1,0000	1,0000
UP3TM	2	2	100,00 %	1	2	50,00 %	14	21	66,67 %	1,0000	1,0000	0,3176
UP3DP	1	3	33,33 %	0	8	0,00 %	6	27	22,22 %	1,0000	0,3525	1,0000
UP3R	0	1	0,00 %	2	10	20,00 %	5	18	27,78 %	1,0000	1,0000	0,8134
UP4CP	1	2	50,00 %	0	0		2	9	22,22 %	1,0000	0,2950	1,0000
UP4TM	2	2	100,00 %	0	3	0,00 %	4	9	44,44 %		1,0000	1,0000
UM1M	5	5	100,00 %	8	8	100,00 %	38	38	100,00 %			
UM1H	3	4	75,00 %	8	8	100,00 %	40	40	100,00 %	1,0000	1,0000	
UM1ML	2	4	50,00 %	3	8	37,50 %	12	31	38,71 %	0,7275	0,5479	0,7855
UM1PA	0	4	0,00 %	0	10	0,00 %	1	51	1,96 %		1,0000	1,0000
UM1TC	1	5	20,00 %	3	8	37,50 %	5	37	13,51 %	0,8198	0,3590	0,1089
UM1EE	1	3	33,33 %	0	6	0,00 %	7	44	15,91 %	1,0000	0,1992	1,0000
UM1TMA	1	4	25,00 %	5	5	100,00 %	10	22	45,45 %	1,0000	1,0000	1,0000
UM2M	3	3	100,00 %	7	7	100,00 %	44	48	91,67 %		1,0000	1,0000
UM2H	0	1	0,00 %	5	6	83,33 %	44	48	91,67 %	1,0000	1,0000	0,1549
UM2ML	1	1	100,00 %	1	4	25,00 %	18	38	47,37 %	1,0000	1,0000	1,0000
UM2PA	0	2	0,00 %	0	7	0,00 %	1	57	1,75 %		1,0000	1,0000
UM2EE	0	3	0,00 %	2	7	28,57 %	6	48	12,50 %	1,0000	1,0000	0,1343
UM2TMA	0	3	0,00 %	1	2	50,00 %	12	33	36,36 %	1,0000	1,0000	0,3150
UM2R	1	4	25,00 %	0	4	0,00 %	11	41	26,83 %	1,0000	0,6142	1,0000
UM3M	1	2	50,00 %	4	7	57,14 %	13	16	81,25 %	0,4681	0,1996	0,3512
UM3H	2	2	100,00 %	5	7	71,43 %	7	16	43,75 %	1,0000	1,0000	0,9687
UM3ML	1	1	100,00 %	3	7	42,86 %	9	15	60,00 %	1,0000	1,0000	0,8080
UM3EE	0	2	0,00 %	2	7	28,57 %	0	13	0,00 %	1,0000		1,0000
UM3R	2	2	100,00 %	2	3	66,67 %	9	11	81,82 %	1,0000	1,0000	0,3622

La signification des abréviations est donnée dans le **TABLEAU 5.12**. Voir le **TABLEAU 4.4** et l'**ANNEXE 4** pour la définition et la description des VANM.

Les variations anatomiques non métriques des dents permanentes inférieures sont présentées dans le **TABLEAU 5.15**.

Les incisives et les canines des individus de la fin du Paléolithique supérieur ne possèdent aucune variation anatomique, à l'exception de la crête accessoire distale (LCCAD) et de la racine multiple des canines (LCR) qui n'ont été codées présentes qu'une seule fois chacune. Lorsqu'ils sont présents, les caractères pour les incisives et les canines des individus mésolithiques et néolithiques ont des faibles fréquences. Pour les prémolaires inférieures, l'odontome (O) et les cuspides linguales multiples (CLM) ne sont présents que sur les LP3 et les LP4 néolithiques, respectivement. Concernant les molaires inférieures, l'hypoconulide des LM1, systématiquement présent au Paléolithique et au Mésolithique, a une fréquence de 93,5 % au Néolithique, mais l'entoconide (LM1H) est peu représenté pour toutes les périodes. Le métaconulide (MD) est, quant à lui, présent sur 50 % des molaires au Paléolithique et absent pour les molaires mésolithiques. De plus, les fréquences du métaconulide sont significativement supérieures au Paléolithique qu'au Néolithique (**TABLEAU 5.15**). Enfin, la disposition des sillons intercuspidiens (*groove pattern*, GP) est toujours en forme de Y pour les LM2 paléolithiques, alors que la fréquence de sillons en + est majoritaire au Mésolithique et au Néolithique. Pour les LM3, les sillons en + sont systématiquement présents sur les LM3 du Mésolithique, et moins fréquents pour les individus néolithiques.

En résumé, les plus grandes différences de variations anatomiques non métriques sont observées entre les dents inférieures des individus de la fin du Paléolithique et celles des individus du début du Néolithique. Pour les molaires inférieures, les fréquences des variations anatomiques semblent augmenter au cours du temps, et la disposition des sillons intercuspidiens des LM2 paléolithiques est différente de celle des molaires mésolithiques et néolithiques. En revanche, le nombre de cuspides des molaires inférieures diminue entre le Paléolithique et le Néolithique, surtout pour les LM1. Notamment, le métaconulide est la cuspide surnuméraire qui montre la diminution la plus importante au cours de l'évolution, et ce pour toutes les molaires inférieures.

Tableau 5.15. Fréquence des VANM pour les dents permanentes inférieures.

VANM	Paléo			Mésio			Néo			p		
	Np	Nobs	Fq	Np	Nobs	Fq	Np	Nobs	Fq	Paléo/Mésio	Paléo/Néo	Mésio/Néo
LI1C	0	3	0,00 %	0	9	0,00 %	3	14	21,43 %		1,0000	1,0000
LI2P	0	2	0,00 %	2	14	14,29 %	4	28	14,29 %	1,0000	1,0000	0,8932
LI2C	0	2	0,00 %	0	15	0,00 %	2	28	7,14 %		1,0000	1,0000
LCP	0	3	0,00 %	1	9	11,11 %	14	34	41,18 %	1,0000	1,0000	0,2305
LCCAD	1	3	33,33 %	2	3	66,67 %	6	20	30,00 %	1,0000	0,4934	0,4934
LCR	1	3	33,33 %	0	7	0,00 %	0	13	0,00 %	1,0000	1,0000	
LP3CP	2	5	40,00 %	2	3	66,67 %	11	16	68,75 %	0,8265	0,6225	0,5293
LP3CLM	1	5	20,00 %	0	3	0,00 %	6	26	23,08 %	1,0000	0,7719	1,0000
LP3O	0	5	0,00 %	0	8	0,00 %	2	27	7,41 %		1,0000	1,0000
LP4CP	3	4	75,00 %	1	1	100,00 %	3	13	23,08 %	1,0000	0,6390	1,0000
LC4CLM	0	4	0,00 %	0	2	0,00 %	15	19	78,95 %		1,0000	1,0000
LM1H	8	8	100,00 %	8	8	100,00 %	29	31	93,55 %		1,0000	1,0000
LM1E	3	8	37,50 %	2	6	33,33 %	6	29	20,69 %	1,0000	0,3672	0,4024
LM1MD	4	8	50,00 %	0	8	0,00 %	3	32	9,38 %	1,0000	0,0208	1,0000
LM1EE	4	6	66,67 %	6	9	66,67 %	26	54	48,15 %	0,8884	0,7987	1,0000
LM1GP	3	8	37,50 %	0	5	0,00 %	5	21	23,81 %	1,0000	0,5142	1,0000
LM1FA	1	8	12,50 %	1	6	16,67 %	2	22	9,09 %	0,7024	0,4815	0,2656
LM1DF	0	7	0,00 %	0	6	0,00 %	2	19	10,53 %		1,0000	1,0000
LM1R	1	6	16,67 %	0	3	0,00 %	0	22	0,00 %	1,0000	1,0000	
LM2H	1	2	50,00 %	0	7	0,00 %	10	35	28,57 %	1,0000	0,2643	1,0000
LM2E	0	2	0,00 %	0	7	0,00 %	3	33	9,09 %		1,0000	1,0000
LM2MD	1	2	50,00 %	0	7	0,00 %	1	32	3,13 %	1,0000	0,0007	1,0000
LM2EE	2	4	50,00 %	4	6	66,67 %	20	42	47,62 %	0,7698	0,5718	0,8106
LM2GP	0	2	0,00 %	4	6	66,67 %	24	34	70,59 %	1,0000	1,0000	0,6201
LM2CT	0	2	0,00 %	0	3	0,00 %	1	23	4,35 %		1,0000	1,0000
LM2R	0	4	0,00 %	1	5	20,00 %	4	17	23,53 %	1,0000	1,0000	0,8288
LM3H	2	3	66,67 %	3	6	50,00 %	7	12	58,33 %	0,7976	0,6447	0,7990
LM3E	1	3	33,33 %	0	4	0,00 %	3	11	27,27 %	1,0000	0,5273	1,0000
LM3MD	1	2	50,00 %	0	5	0,00 %	0	10	0,00 %	1,0000	1,0000	
LM3PR	0	3	0,00 %	0	6	0,00 %	1	10	10,00 %		1,0000	1,0000
LM3EE	1	4	25,00 %	2	3	66,67 %	5	14	35,71 %	0,7704	0,8384	0,5875
LM3GP	1	2	50,00 %	5	5	100,00 %	2	8	25,00 %	1,0000	0,3409	1,0000
LM3CT	0	3	0,00 %	0	4	0,00 %	1	8	12,50 %		1,0000	1,0000
LM3R	3	4	75,00 %	2	4	50,00 %	2	5	40,00 %	0,8187	0,9174	0,8856

La signification des abréviations est donnée dans le TABLEAU 5.12. Voir le TABLEAU 4.4 et l'ANNEXE 4 pour la définition et la description des VANM.

Les distances biologiques entre les populations des trois périodes ont été évaluées à partir des mesures moyennes de divergence (**TABLEAU 5.16**). Pour le calcul de ces mesures de distance, les fréquences de l'ensemble des variations anatomiques non métriques ont été prises en compte. Aucune différence significative n'a été mise en évidence entre les populations de la fin du Paléolithique, du Mésolithique et du Néolithique. Cependant, les distances biologiques entre les individus mésolithiques et néolithiques sont les plus proches (**FIGURE 5.15**).

Tableau 5.16. Mesures moyennes de divergence (MMD) calculées pour les trois périodes.

MMD	Paléo	Méso	Néo
Paléo	0,000	0,182	0,163
Méso	<i>0,111</i>	0,000	0,080
Néo	<i>0,082</i>	<i>0,065</i>	0,000

Les distances sont indiquées en haut à droite, les écarts-types en italique en bas à gauche. Les MMD significatives sont en gras.

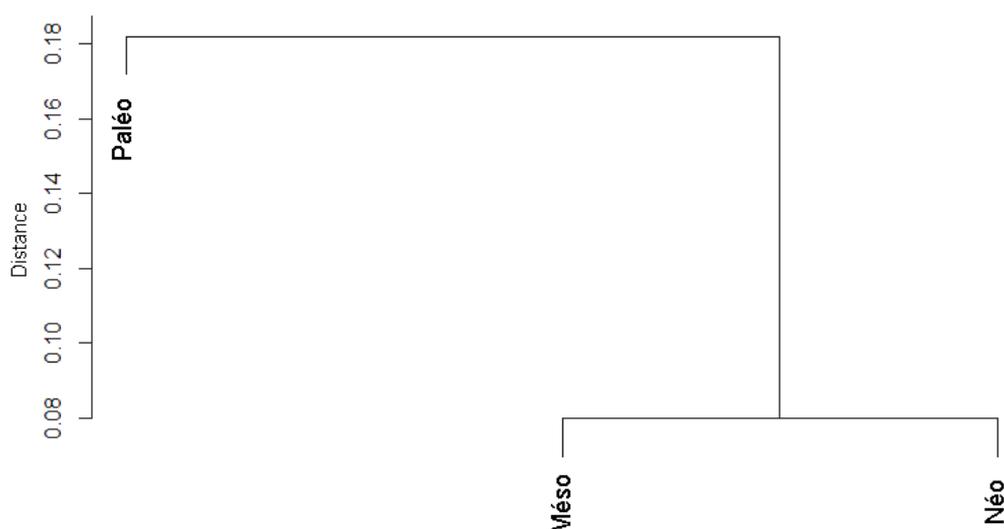


Figure 5.15. Dendrogramme obtenu selon la méthode de Ward, à partir des valeurs de MMD entre les individus de la fin du Paléolithique (Paléo), du Mésolithique (Méso) et du début du Néolithique (Néo).

Afin d'essayer de préciser les affinités observées entre les individus mésolithiques et néolithiques et ceux de la fin du Paléolithique, les différences entre les représentants des différentes chronocultures (Magdalénien moyen et supérieur, Azilien, Premier et Second Mésolithique, Néolithique ancien et moyen) ont également été évaluées à partir des MMD. En raison des effectifs réduits au Magdalénien supérieur et à l'Azilien, les individus de ces deux périodes ont été combinés en un seul groupe afin de réaliser le calcul des MMD, dont les résultats sont donnés dans le **TABLEAU 5.17**.

Tableau 5.17. Mesures moyennes de divergence (MMD) calculées pour les différentes chronocultures.

MMD	MAGM	MAGS-AZI	MESOI	MESOI2	NEOA	NEOM
MAGM	0	-0,260	0,114	0,376	0,153	0,410
MAGS-AZI	<i>0,448</i>	0	-0,178	0,337	-0,165	0,110
MESOI	<i>0,330</i>	<i>0,406</i>	0	-0,061	-0,102	0,030
MESOI2	<i>0,348</i>	<i>0,415</i>	<i>0,315</i>	0	0,277	0,483
NEOA	<i>0,250</i>	<i>0,310</i>	<i>0,221</i>	<i>0,219</i>	0	0,162
NEOM	<i>0,224</i>	<i>0,293</i>	<i>0,198</i>	<i>0,204</i>	<i>0,099</i>	0

Les distances sont indiquées en haut à droite, les écarts-types en italique en bas à gauche. Les MMD significatives sont en gras. MAGM = Magdalénien moyen, MAGS-AZI = Magdalénien supérieur et Azilien, MESOI = Premier Mésolithique, MESOI2 = Second Mésolithique, NEOA = Néolithique ancien ; NEOM = Néolithique moyen.

Les individus du Magdalénien moyen et ceux du groupe Magdalénien supérieur-Azilien montrent les distances biologiques les plus faibles (**TABLEAU 5.17 & FIGURE 5.16**). À l'inverse, les individus du Second Mésolithique et du Néolithique moyen montrent les distances biologiques les plus fortes avec une valeur de MMD significative (MMD = 0,483 supérieure à deux fois l'écart-type de 0,204) (**TABLEAU 5.17**). Sur la base des MMD calculées sur l'ensemble des variations anatomiques, les individus du Premier Mésolithique et du Néolithique ancien montrent également des affinités biologiques (**FIGURE 5.16**). D'autre part, les MMD sont élevées entre les individus du Magdalénien moyen et ceux du Second Mésolithique (MMD = 0,376), ainsi qu'entre ces derniers et les individus du Magdalénien supérieur et de l'Azilien (MMD = 0,337).

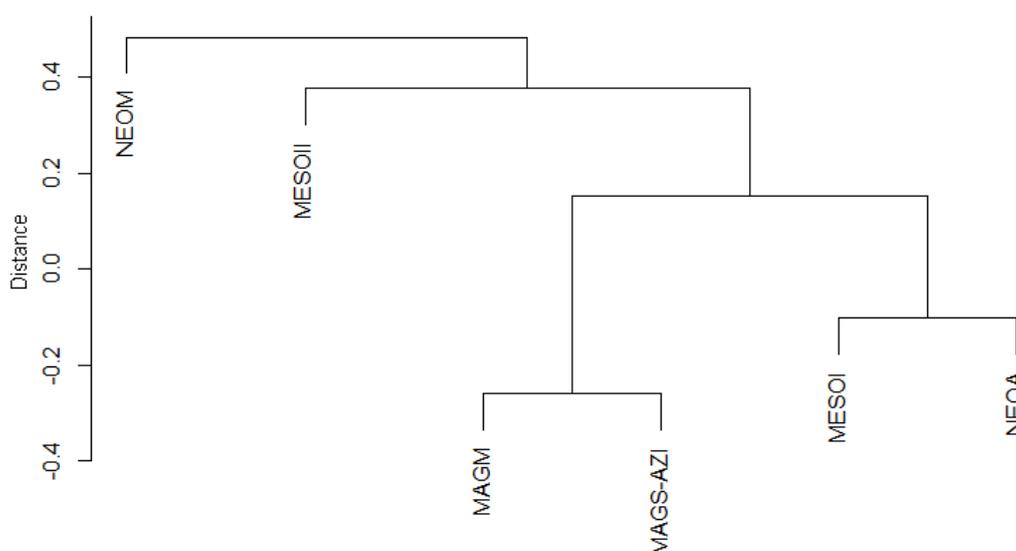


Figure 5.16. Dendrogramme obtenu selon la méthode de Ward, à partir des valeurs de MMD entre les individus des différentes chronocultures. Voir le Tableau 5.17 pour la signification des abréviations.

5.3. Structure interne

Toutes les dents avec un degré d'usure supérieur à 4 (Molnar 1971a) ont été exclues de l'analyse morphométrique interne. En présence des deux antimères, seule la dent gauche ou la dent la moins usée a été retenue. Ainsi, l'évolution de l'architecture interne a été évaluée pour 87 dents déciduales et 236 dents permanentes datées de la fin du Paléolithique, du Mésolithique et du début du Néolithique. Les variations des proportions des tissus dentaires sont d'abord présentées, puis celles de l'épaisseur de l'émail sont ensuite détaillées. La structure interne a également été utilisée pour explorer la microévolution à l'échelle locale ; pour les sites des Perrats et d'Auneau, tout deux ayant livrés des restes dentaires mésolithiques et néolithiques. Les proximités biologiques interindividuelles ont ensuite été évaluées à partir des proportions des tissus dentaires et des épaisseurs de l'émail des UM2 des individus néolithiques de Gurgy. Enfin, l'hypothèse d'une sélection de l'épaisseur de l'émail en réponse à l'usure occlusale a été testée à partir de l'analyse des UM2 néolithiques de Gurgy et des UM2 médiévales de Sains-en-Gohelle.

5.3.1. Variation et évolution des proportions des tissus dentaires

Les variations des proportions des tissus dentaires pour la fin du Paléolithique, le Mésolithique et le début du Néolithique, puis les tendances évolutives identifiées entre les trois périodes sont présentées dans cette section. Les mesures surfaciques et volumiques 3D pour les dents déciduales datées de la fin du Paléolithique supérieur sont présentées dans le **TABLEAU 5.18**. Pour toutes les variables mesurées, les volumes et les surfaces des tissus coronaires sont les plus importants pour les Udm2 et les plus faibles pour les Udi2. Excepté pour le volume de la pulpe, les relations entre les variables mesurées sont les suivantes : $Udi2 < Udi1 < Udc < Udm1 < Udm2$.

Les Udi1 paléolithiques présentent le plus fort pourcentage de dentine et de pulpe dans la couronne (%DPvol) (environ 72 %), mais elles sont aussi les dents les plus usées. La dentine et la pulpe représentent 60 % à 67 % de la couronne des Udi2, des Udc et des Udm1, alors que les Udm2 possèdent le plus faible %DPvol (57 % en moyenne).

Au sein de chaque type de dents, et malgré les différents degrés d'usure, des proximités sont observées entre les individus des différents sites paléolithiques (**TABLEAU 5.18 & FIGURE 5.17**). Si les volumes de l'émail d'une part, et de dentine et de pulpe coronaire, d'autre part, sont les plus faibles pour les Udi2, ils augmentent ensuite dans le sens antéropostérieur le long de l'arcade supérieure, légèrement de la Udc à la Udm1, et de façon plus importante de la Udm1 à la Udm2 (**FIGURE 5.17**).

Tableau 5.18. Mesures surfaciques et volumiques 3D pour les dents déciduales datées de la fin du Paléolithique.

Dent	Site	Usure	Cvol (mm ³)	Evol (mm ³)	Dvol (mm ³)	Pvol (mm ³)	DPvol (mm ³)	S _{EDJ} (mm ²)	S _{cervix} (mm ²)	%DPvol (%)
Udi1	Lafaye	3	85,41	25,99	51,20	8,21	59,42	73,90	17,73	69,57
	La Marche	3	122,79	30,24	80,41	12,14	92,55	96,90	26,48	75,37
	Peyrugues	3	90,86	24,02	62,11	4,73	66,84	69,02	19,90	73,56
	Peyrugues	3	66,63	20,39	43,05	3,19	46,24	59,42	14,98	69,40
	Troubat	4	72,94	17,46	51,49	3,99	55,47	56,38	16,87	76,06
Udi2	Lafaye	3	57,42	26,92	27,20	3,30	30,50	53,87	11,04	53,12
	Moulin Neuf	1	68,06	22,42	42,23	3,40	45,63	64,06	16,54	67,05
Udc	La Marche	3	128,45	45,53	77,83	5,09	82,92	84,26	25,17	64,56
Udm1	Lafaye	1	171,99	66,12	88,55	17,32	105,87	103,56	33,75	61,55
	Le Morin	2	166,75	61,59	94,17	10,99	105,16	106,34	37,00	63,06
	Peyrazet	2	133,54	40,90	85,83	6,81	92,64	79,32	40,08	69,37
	Rochereil	4	149,16	35,48	113,03	0,65	113,68	78,24	46,75	76,21
Udm2	Lafaye	1	384,81	179,49	175,40	29,93	205,33	173,47	63,09	53,36
	Moulin Neuf	1	372,96	168,12	176,33	28,51	204,84	163,97	56,46	54,92
	Le Morin	1	322,96	141,17	169,21	12,59	181,80	153,74	57,39	56,29
	Rochereil	3	350,01	123,24	212,50	14,27	226,77	161,92	67,23	64,79
Ldi1	Lafaye	3	35,46	12,14	20,20	3,13	23,32	40,17	8,58	65,77
	La Madeleine	4	27,87	9,64	17,05	1,18	18,23	33,29	9,90	65,41
Ldi2	La Madeleine	2	42,80	16,94	24,12	1,74	25,86	47,34	12,09	60,42
Ldc	Lafaye	1	77,94	29,28	43,54	5,12	48,66	59,92	17,02	62,43
	La Madeleine	1	92,60	32,84	56,16	3,60	59,76	71,04	23,64	64,54
Ldm1	Lafaye	1	173,15	72,66	85,17	15,32	100,49	106,18	33,60	58,04
	La Marche	3	114,62	35,23	74,53	4,86	79,39	75,92	34,99	69,26
	La Marche	1	164,38	62,74	87,45	14,19	101,65	106,13	29,40	61,84
	La Madeleine	2	149,16	54,93	84,39	9,84	94,23	100,73	33,33	63,17
Ldm2	Lafaye	1	365,36	161,49	176,18	27,70	203,88	172,84	55,07	55,80
	La Marche	3	264,73	94,80	159,05	10,88	169,93	126,87	52,98	64,19
	La Marche	2	315,49	129,08	167,46	18,94	186,41	163,64	47,82	59,09
	Le Morin	4	298,04	97,58	200,07	0,39	200,46	156,86	58,42	67,26
	La Madeleine	2	298,19	124,99	158,18	15,02	173,20	150,18	49,78	58,08

Cvol = volume total de la couronne ; Evol = volume de l'émail ; Dvol = volume de dentine coronaire ; Pvol = volume de pulpe coronaire ; DPvol = volume de dentine et de pulpe dans la couronne ; S_{EDJ} = aire de la jonction émail-dentine ; Scervix = aire du plan basal ; %DPvol = pourcentage du volume de dentine et de pulpe dans la couronne.

Aussi, l'augmentation antéropostérieure du volume de la dentine et de la pulpe dans la couronne est plus prononcée que l'augmentation du volume de l'émail. Parmi les Udi1, celle de La Marche se détache légèrement par des volumes de dentine et de pulpe coronaire plus importants. Aussi, les proportions des volumes des Udm1 du Morin et de Lafaye affichent une proximité plus importante entre elles qu'avec les Udm1 de Rochereuil et de Peyrazet. Enfin, la variabilité la plus forte dans les volumes d'émail et les volumes de dentine et de pulpe est trouvée pour les Udm2 (**TABLEAU 5.18 & FIGURE 5.17**).

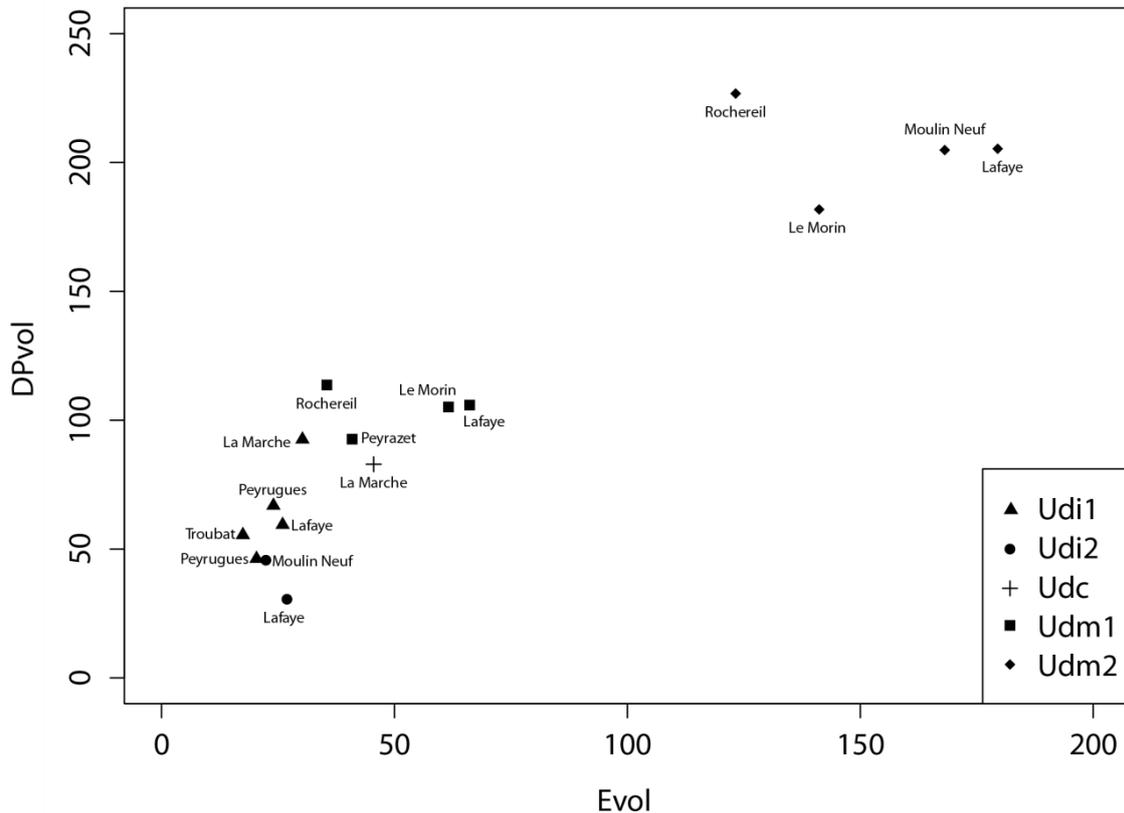


Figure 5.17. Comparaison des volumes de l'émail (Evol) et des volumes de dentine et de pulpe coronaire (DPvol) pour les dents déciduales supérieures datées de la fin du Paléolithique.

À titre d'exemple, les proportions des tissus des dents déciduales supérieures de l'individu immature de Rochereuil sont illustrées dans la **FIGURE 5.18**. Les germes des dents permanentes sont également visibles sur cette reconstruction 3D.

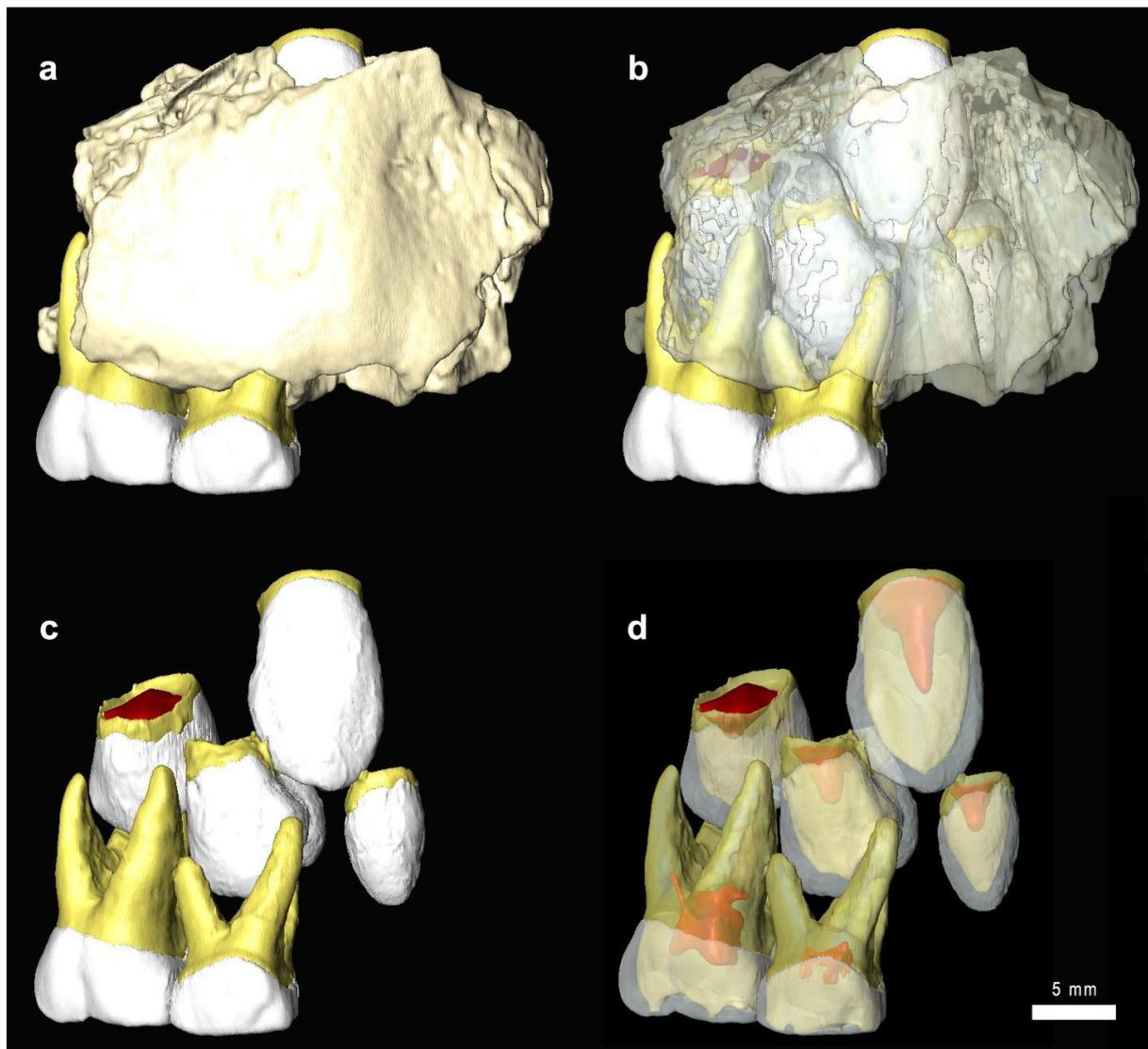


Figure 5.18. Reconstructions virtuelles 3D du fragment de maxillaire droit de l'individu immature de Rochereil (en vue buccale). a) après segmentation des dents déciduales en place (de droite à gauche, URdm1 et URdm2) et b) des germes inclus des dents permanentes (de droite à gauche, URI2, URC, URP3 et URP4) visibles après mise en transparence de l'os alvéolaire en beige. c) Les volumes des différents tissus dentaires sont présentés en blanc pour l'émail en blanc, en jaune pour la dentine et en rouge pour la pulpe. d) Visualisation en transparence des proportions des tissus dentaires.

Pour les dents déciduales inférieures de la fin du Paléolithique, toutes les variables surfaciques et volumiques 3D mesurées montrent les valeurs les plus faibles pour les Ldi1 et les valeurs les plus fortes pour les Ldm2 (**TABLEAU 5.18**). Entre les types de dents, la relation $Ldi1 < Ldi2 < Ldc < Ldm1 < Ldm2$ est observée pour toutes les variables 3D mesurées. Le pourcentage de dentine et de pulpe dans la couronne (%DPvol) est le plus fort pour les Ldi1 (65 %). Cependant, ces dernières sont relativement usées. Les %DPvol des Ldc et des Ldm1 sont proches (environ 63 %) et légèrement supérieurs à ceux des Ldi2 et des Ldm2 (60 %).

Le volume d'émail et le volume de dentine et de pulpe dans la couronne augmentent proportionnellement dans le sens antéropostérieur le long de l'arcade inférieure, et cette augmentation est plus prononcée entre les Ldm1 et les Ldm2 (**TABLEAU 5.18 & FIGURE 5.19**). De plus, les Ldm1 et les Ldm2 présentent une variabilité importante dans les volumes d'émail et les volumes de dentine et de pulpe (**FIGURE 5.19**). Si les dents antérieures montrent des proximités importantes dans leurs proportions entre les individus des différents sites, les dents postérieures, quant à elles, possèdent des volumes plus hétérogènes entre les individus d'un même site (La Marche) et de différents sites (La Marche et Lafaye).

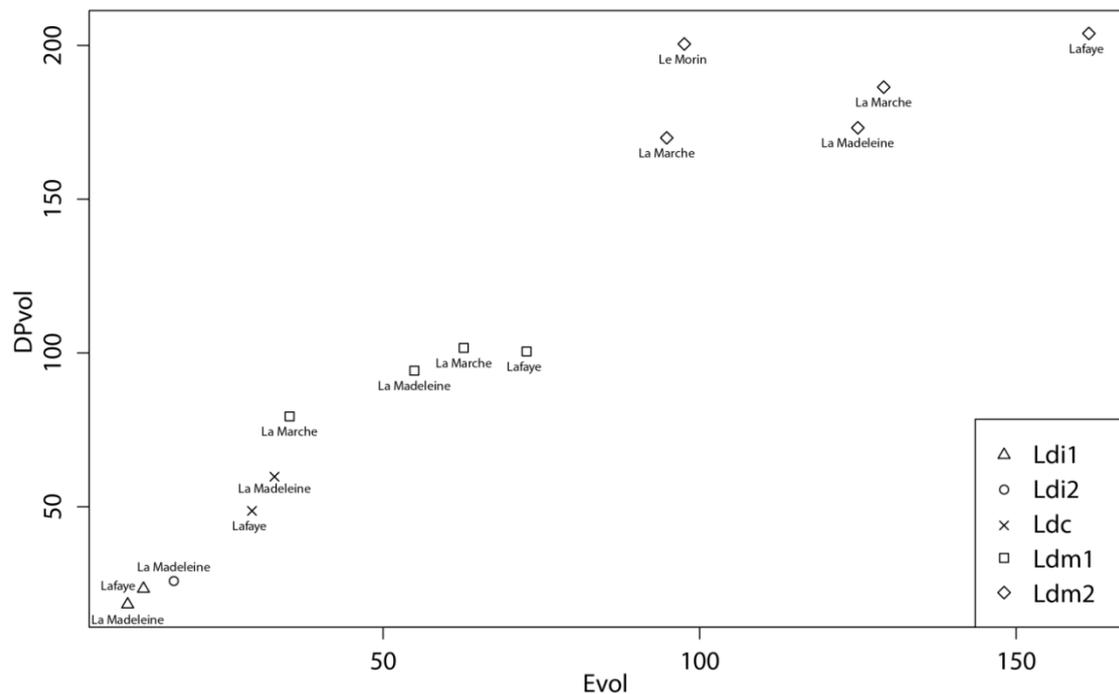


Figure 5.19. Comparaison des volumes de l'émail (Evol) et des volumes de dentine et de pulpe coronaire (DPvol) pour les dents déciduales inférieures datées de la fin du Paléolithique supérieur.

Les mesures linéaires et surfaciques pour les dents déciduales sont présentées dans le **TABLEAU 5.19**. Dans l'ensemble, les relations intra-arcades des variables 2D sont les mêmes que celles constatées en 3D à partir des variables surfaciques et volumiques. En 2D, les Udi2 et Ldi1 présentent les valeurs les plus faibles alors que les Udm2 et les Ldm2 montrent les mesures linéaires et surfaciques 2D les plus fortes. Si les relations sont les mêmes, les pourcentages de la surface de dentine et de pulpe coronaire sont plus élevés que leurs équivalents calculés à partir des volumes. En effet, la dentine et la pulpe représentent entre 67 % et 84 % de la surface de la couronne (**TABLEAU 5.19**). Aussi, les pourcentages de surface de dentine et de pulpe coronaire sont les plus faibles pour les Udm2 et les Ldm2 (environ 67 % pour les dents non usées et 71 % pour la Udm2 la plus usée de Rochereil).

Tableau 5.19. Mesures linéaires et surfaciques 2D pour les dents déciduales datées de la fin du Paléolithique.

Dent	Site	Usure	a (mm ²)	c (mm ²)	b (mm ²)	e (mm)	BCD (mm)	%b (%)
Udi1	Lafaye	3	18,90	3,81	15,09	12,63	4,29	79,83
	La Marche	3	26,97	4,88	22,09	15,23	4,85	81,92
	Peyrugues	3	26,83	4,31	22,53	13,99	5,13	83,95
	Peyrugues	3	20,93	4,14	16,79	12,96	4,37	80,22
	Troubat	4	21,66	4,43	17,23	12,37	3,88	79,55
Udi2	Lafaye	3	17,32	5,51	11,82	12,38	3,90	68,20
	Moulin Neuf	1	21,31	4,45	16,87	13,03	4,42	79,13
Udc	La Marche	3	25,72	7,40	18,32	13,07	5,07	71,23
Udm1	Lafaye	1	39,01	9,34	29,68	17,39	7,47	76,06
	Le Morin	2	38,02	9,40	28,62	16,85	7,96	75,29
	Peyrazet	2	30,61	7,57	23,04	15,74	8,39	75,27
	Rochereil	4	33,33	7,53	25,80	14,66	8,04	77,41
Udm2	Lafaye	1	54,69	18,17	36,52	19,58	9,50	66,78
	Moulin Neuf	1	51,61	16,65	34,96	18,51	9,02	67,74
	Le Morin	1	46,34	14,95	31,39	18,16	8,64	67,75
	Rochereil	3	50,76	14,42	36,34	18,70	9,21	71,59
Ldi1	Lafaye	3	12,81	3,02	9,79	11,19	3,32	76,39
	La Madeleine	4	13,56	3,65	9,91	10,45	3,16	73,09
Ldi2	La Madeleine	2	18,46	5,08	13,38	12,52	3,85	72,47
Ldc	Lafaye	1	21,45	5,14	16,30	13,78	4,72	76,01
	La Madeleine	1	28,57	7,39	21,17	15,07	5,25	74,12
Ldm1	Lafaye	1	34,46	8,71	25,75	16,14	6,04	74,72
	La Marche	3	30,38	6,53	23,85	14,69	4,97	78,52
	La Marche	1	34,55	8,64	25,90	16,07	5,37	74,98
	La Madeleine	2	36,39	9,66	26,74	16,64	6,01	73,47
Ldm2	Lafaye	1	41,07	13,43	27,63	17,02	6,83	67,29
	La Marche	3	33,97	10,45	23,52	15,19	6,49	69,24
	La Marche	2	36,95	11,71	25,25	16,44	5,91	68,32
	Le Morin	4	36,76	10,47	26,29	14,55	6,36	71,53
	La Madeleine	2	39,59	12,16	27,43	17,48	6,47	68,89

a = surface totale de la couronne ; c = surface de l'émail ; b = surface de dentine et de pulpe dans la couronne ; e = longueur de la jonction émail-dentine ; BCD = diamètre bi-cervical ; %b = pourcentage de la surface de dentine et de pulpe dans la couronne.

Bien que les mesures linéaires et surfaciques 2D soient corrigées pour l'usure, une variabilité légèrement plus importante au sein des types de dents est constatée en 2D par rapport aux mesures surfaciques et volumiques 3D. En particulier, les Udi1 et les Udm1 montrent une plus grande variation intersite dans la surface de dentine et de pulpe que dans la surface de l'émail (**TABLEAU 5.19**). Aussi, la différence entre les Ldc de Lafaye et de La Madeleine est également importante. Enfin, les Udm1 de Lafaye et du Morin et les Ldm1 de Lafaye et de La Marche sont à nouveau les plus proches sur la base des variables 2D.

Pour les dents permanentes de la fin du Paléolithique, les mesures surfaciques et volumiques 3D sont présentées dans le **TABLEAU 5.20**. Comparés aux dents déciduales supérieures, les volumes et les surfaces mesurés pour les dents permanentes supérieures ne permettent pas de mettre en évidence des tendances générales dans les relations intra-arcades. En moyenne, les volumes et les surfaces des tissus coronaires sont les plus faibles pour les UI2 et les plus forts pour les molaires supérieures (**FIGURE 5.20**). L'inverse est observé pour le pourcentage de dentine et de pulpe dans la couronne (%DPvol) : les molaires présentent des valeurs de 46 % environ, alors que le %DPvol varie de 50 % à 60 % pour les dents antérieures.

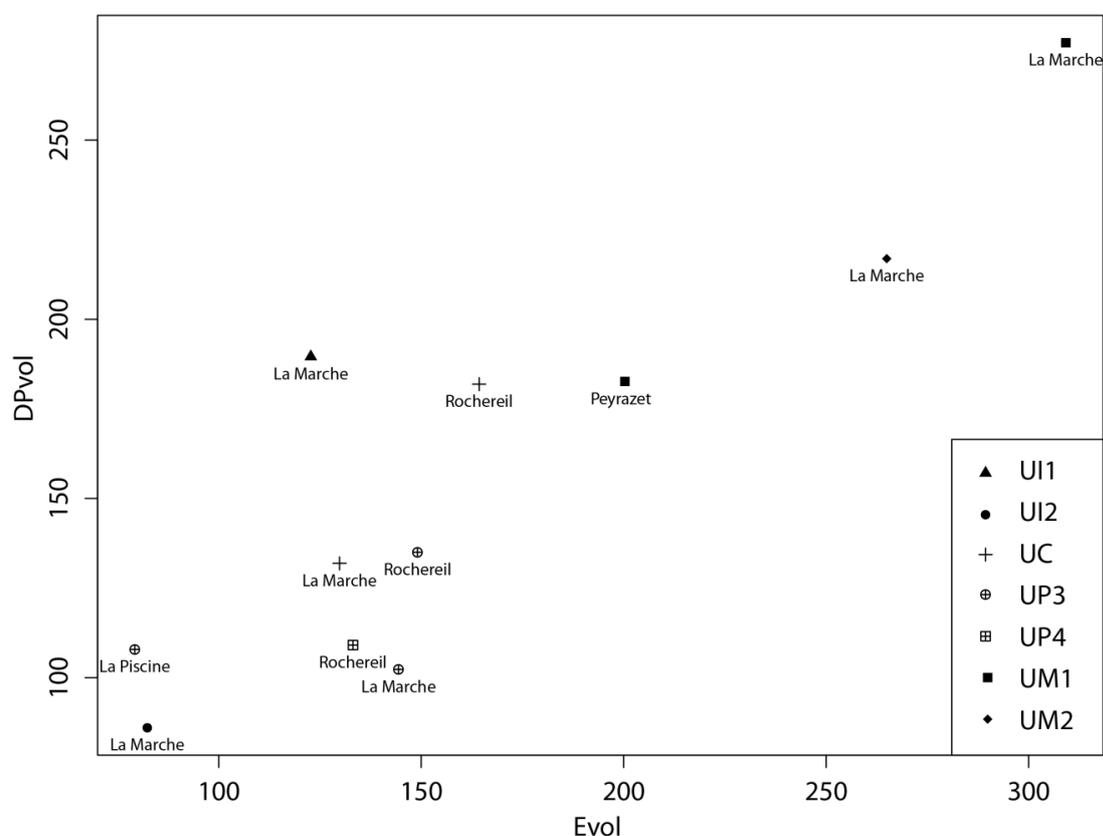


Figure 5.20. Comparaison des volumes de l'émail (Evol) et des volumes de dentine et de pulpe coronaire (DPvol) pour les dents permanentes supérieures datées de la fin du Paléolithique supérieur.

Tableau 5.20. Mesures surfaciques et volumiques 3D pour les dents permanentes datées de la fin du Paléolithique.

Dent	Site	Usure	Cvol (mm ³)	Evol (mm ³)	Dvol (mm ³)	Pvol (mm ³)	DPvol (mm ³)	S _{EDJ} (mm ²)	S _{cervix} (mm ²)	%DPvol (%)
UI1	La Marche	3	312,30	122,74	175,64	13,91	189,56	191,30	41,85	60,70
UI2	La Marche	2	168,40	82,36	81,23	4,81	86,03	110,28	25,97	51,09
UC	La Marche	1	261,73	129,83	125,65	6,25	131,90	134,23	34,89	50,39
	Rochereil	1	346,19	164,30	172,93	8,97	181,90	156,61	10,99	52,54
UP3	La Piscine	3	187,15	79,27	104,44	3,44	107,88	103,42	31,07	57,64
	La Marche	1	246,71	144,40	98,00	4,32	102,32	106,07	30,05	41,47
	Rochereil	1	284,08	149,09	131,71	3,29	135,00	128,02	9,88	47,52
UP4	Rochereil	1	242,25	133,14	105,53	3,59	109,11	108,46	29,47	45,04
UM1	La Marche	1	586,35	309,19	257,21	19,95	277,16	207,84	78,39	47,27
	Peyrazet	1	382,97	200,31	175,42	7,24	182,65	124,72	66,33	47,69
UM2	La Marche	1	481,88	264,96	209,10	7,82	216,92	164,88	66,15	45,01
LI1	La Marche	1	99,09	49,79	46,87	2,42	49,30	75,95	14,97	49,75
	La Marche	2	115,98	55,13	57,75	3,11	60,86	88,76	17,24	52,47
LI2	La Marche	1	112,58	58,11	52,01	2,47	54,48	83,31	19,81	48,39
LC	La Marche	1	172,97	87,84	82,21	2,91	85,12	103,06	29,55	49,21
	La Marche	3	159,54	70,65	84,99	3,90	88,89	103,58	26,93	55,72
LP3	La Marche	1	139,72	81,02	57,13	1,57	58,70	70,36	23,41	42,01
	Le Morin	1	295,92	140,10	152,79	3,03	155,82	144,76	35,57	52,66
	Le Morin	1	296,48	144,93	149,56	1,99	151,55	130,65	36,48	51,12
LP4	La Marche	1	284,49	163,67	117,85	2,97	120,82	113,15	33,30	42,47
	La Marche	1	314,96	170,78	139,60	4,58	144,18	130,51	35,24	45,78
	Le Morin	1	281,81	155,64	124,31	1,86	126,17	118,00	33,55	44,77
LM1	Lafaye	1	536,55	283,99	168,10	84,46	252,56	190,75	75,41	47,07
	La Piscine	3	617,29	238,86	345,03	33,40	378,43	251,65	87,77	61,31
	La Marche	1	532,20	262,53	256,29	13,38	269,67	200,84	71,92	50,67
	La Marche	3	620,40	284,29	331,43	4,68	336,11	224,35	94,04	54,18
	Le Morin	2	479,29	230,32	240,22	8,75	248,96	193,91	68,87	51,94
	Le Morin	2	669,60	317,24	347,83	4,52	352,35	227,07	93,07	52,62
LM2	La Marche	1	482,64	268,45	204,38	9,81	214,19	169,21	58,96	44,38
LM3	Bois Ragot	2	382,48	205,54	172,42	4,51	176,93	150,92	59,51	46,26

Voir le **TABLEAU 5.18** pour la légende des abréviations.

Entre les différents spécimens, une variabilité importante est montrée entre les volumes de l'émail et les volumes de dentine et de pulpe pour un même type de dent (**FIGURE 5.20**). Les

différences sont les plus marquées entre les UM1 de La Marche et de Peyrazet, la première présentant des volumes largement plus élevés que la seconde (environ 50 %). Alors que les UP3 de La Marche et de Rochereil montrent des valeurs proches de volume d'émail (Evol), celle de La Piscine est plus usée (**FIGURE 5.21**) et possède un volume de dentine et de pulpe (DPvol) comparable à celui de la UP3 de La Marche. D'autre part, si les pourcentages de dentine et de pulpe sont très proches entre les deux UC de Rochereil et La Marche (respectivement 52 % et 50 %), les valeurs absolues des volumes et des surfaces montrent des différences importantes, la canine de Rochereil (**FIGURE 5.18**) présentant des dimensions supérieures de 25 % en moyenne.

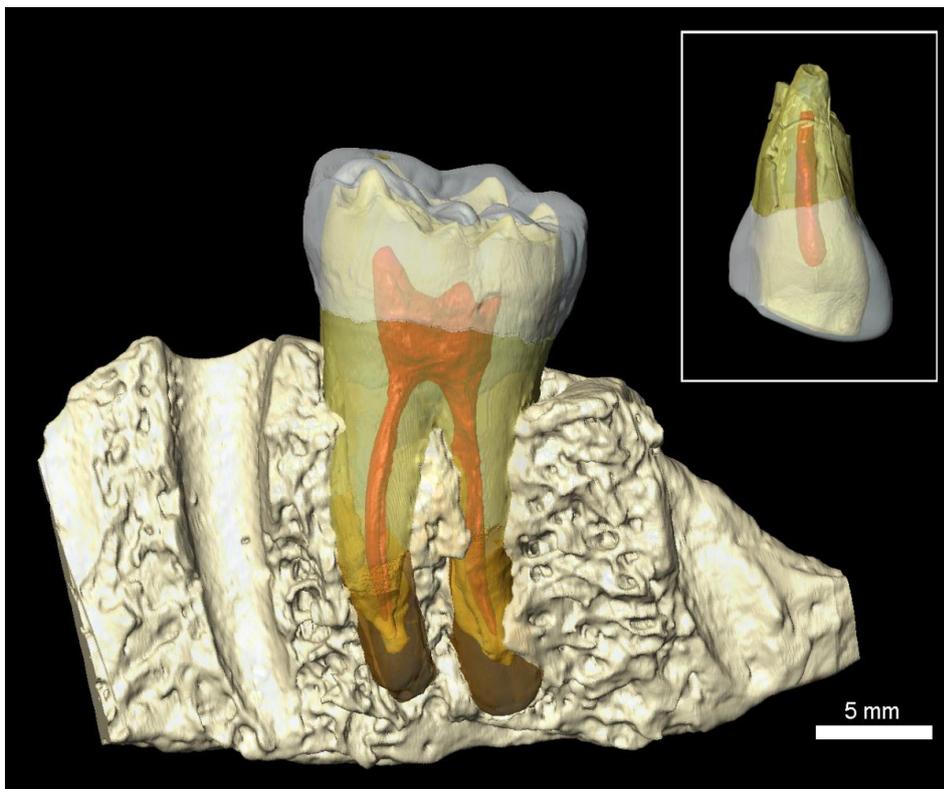


Figure 5.21. Reconstruction virtuelle 3D après segmentation des deux dents de La Piscine : la URP3 dans l'encadré (en vue buccale) et la LRM1 incluse dans le fragment de mandibule (en vue linguale). Les volumes des différents tissus sont visualisés en transparence : l'émail en blanc, la dentine en jaune, la pulpe en rouge, le ciment en orange, et l'os alvéolaire de la mandibule en beige.

Pour les dents permanentes inférieures datées de la fin du Paléolithique, les volumes et les surfaces de toutes les variables mesurées (sauf le volume de la pulpe) sont les plus importants pour les LM1 et les plus faibles pour les LI1 (**TABLEAU 5.20**). Pour les dents antérieures, la relation entre les variables mesurées est la suivante : $LI1 < LI2 < LC$; et pour les molaires, la relation $LM1 > LM2 > LM3$ est toujours observée. Les prémolaires inférieures présentent, quant à elles, des volumes et des surfaces intermédiaires entre les canines et les LM3.

Les pourcentages du volume de dentine et de pulpe dans la couronne (%DPvol) les plus importants sont calculés pour les LM1 (entre 47 % et 61 %). Ces dernières présentent la variabilité la plus importante pour les volumes de l'émail et les volumes de dentine et de pulpe (DPvol) (FIGURE 5.22). Notamment, la LM1 de La Piscine possède le volume de dentine et de pulpe coronaire le plus important (FIGURE 5.21). Les dents antérieures et les prémolaires inférieures montrent, quant à elles, des proximités importantes entre les différents sites de la fin du Paléolithique, excepté la LP3 incluse dans la mandibule de l'individu de La Marche dont les volumes sont très réduits par rapport aux deux LP3 du Morin (FIGURE 5.22).

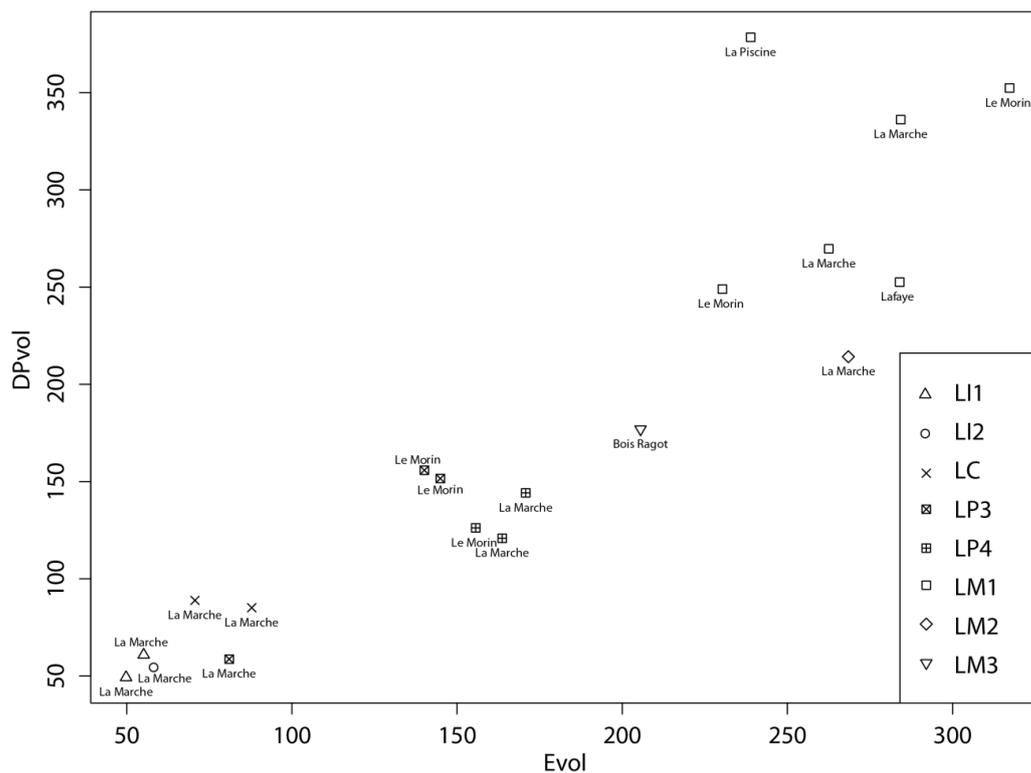


Figure 5.22. Comparaison des volumes de l'émail (Evol) et des volumes de dentine et de pulpe coronaire (DPvol) pour les dents permanentes inférieures datées de la fin du Paléolithique supérieur.

Pour les dents permanentes de la fin du Paléolithique, les mesures linéaires et surfaciques 2D sont présentées dans le TABLEAU 5.21. Dans l'ensemble, les variations observées en 2D sont relativement peu différentes de celles en 3D. Bien que les UM1 et les UI2 présentent majoritairement les mesures de longueurs et de surfaces les plus fortes et les plus faibles, respectivement, il n'y a pas de tendances intra-arcades clairement identifiables pour les dents supérieures (TABLEAU 5.21). Pour les dents permanentes inférieures, les variables mesurées sont en général les plus fortes pour les LM1 et les plus faibles pour les LI1. Contrairement aux variables mesurées en 3D, les LM3 montrent des valeurs plus faibles que les prémolaires inférieures, excepté pour le diamètre bi-cervical (TABLEAU 5.21). Les relations suivantes sont

constatées : LI1 < LI2 < LC < LM3, d'une part, et LM2 < LM1, d'autre part, les LP ayant des valeurs intermédiaires.

Tableau 5.21. Mesures linéaires et surfaciques 2D pour les dents permanentes datées de la fin du Paléolithique.

Dent	Site	Usure	a (mm ²)	c (mm ²)	b (mm ²)	e (mm)	BCD (mm)	%b (%)
UI1	La Marche	3	56,35	13,91	42,44	22,79	6,86	75,32
UI2	La Marche	2	39,97	13,01	26,96	18,77	5,57	67,44
UC	La Marche	1	61,47	19,53	41,94	21,44	7,16	68,22
	Rochereil	1	74,25	22,11	52,14	24,17	7,94	70,22
UP3	La Piscine	3	51,54	18,28	33,26	17,50	7,71	64,53
	La Marche	1	59,31	23,53	35,78	19,72	7,57	60,33
	Rochereil	1	68,04	22,16	45,88	22,09	8,38	67,43
UP4	Rochereil	1	63,57	23,13	40,44	20,29	7,55	63,62
UM1	La Marche	1	72,00	28,00	43,99	22,57	10,89	61,11
	Peyrazet	1	66,18	26,12	40,06	19,43	10,72	60,53
UM2	La Marche	1	53,84	25,17	28,67	16,34	6,83	53,25
LI1	La Marche	1	33,00	10,10	22,90	18,84	5,24	69,39
	La Marche	2	31,54	9,90	21,64	16,82	5,16	68,60
LI2	La Marche	1	34,27	11,55	22,73	18,26	6,02	66,32
LC	La Marche	1	42,99	12,21	30,78	19,01	6,53	71,59
	La Marche	3	45,23	13,40	31,82	19,40	6,46	70,36
LP3	La Marche	1	35,41	14,53	20,88	14,59	5,82	58,96
	Le Morin	1	57,64	19,57	38,06	18,69	7,82	66,04
	Le Morin	1	58,44	20,25	38,19	18,48	7,79	65,35
LP4	La Marche	1	30,34	14,26	16,08	19,65	6,78	53,01
	La Marche	1	58,66	24,16	34,51	19,19	6,89	58,82
	Le Morin	1	54,74	21,11	33,64	17,49	6,80	61,45
LM1	Lafaye	1	62,00	24,89	37,11	20,23	8,35	59,86
	La Piscine	3	69,05	23,52	45,53	23,45	8,99	65,94
	La Marche	1	56,11	21,82	34,29	19,00	8,09	61,11
	La Marche	3	66,06	25,92	40,14	20,88	9,03	60,77
	Le Morin	2	55,53	22,91	32,62	19,34	7,93	58,75
	Le Morin	2	66,68	23,33	43,35	20,39	9,85	65,01
LM2	La Marche	1	52,07	23,72	28,35	17,93	6,72	54,44
LM3	Bois Ragot	2	44,87	17,57	27,30	17,08	7,49	60,83

Voir le **TABLEAU 5.19** pour la légende des abréviations.

Pour les dents déciduales datées du Mésolithique, les mesures en 3D des proportions des tissus dentaires sont présentées dans le **TABLEAU 5.22**. Pour toutes les variables mesurées, les volumes et les surfaces des tissus coronaires des dents déciduales supérieures mésolithiques montrent les valeurs les plus faibles pour les Udi2 et les valeurs les plus fortes pour les Udm2 (**TABLEAU 5.22**). Pour tous les volumes sauf celui de la pulpe, les relations intra-arcades observées sont $Udi2 < Udi1 < Udc < Udm2$ (pas de Udm1 dans l'échantillon mésolithique), alors que pour les aires de la jonction émail-dentine et du plan basal, les relations $Udi2 < Udc < Udi1 < Udm2$ sont constatées. Ainsi, si les volumes sont les plus faibles pour les Udi2, ils augmentent ensuite dans le sens antéropostérieur le long de l'arcade supérieure. L'augmentation antéropostérieure du volume de la dentine et de la pulpe dans la couronne est plus prononcée que l'augmentation du volume de l'émail (**FIGURE 5.23**). D'autre part, les Udi1 mésolithiques possèdent le plus fort pourcentage de dentine et de pulpe dans la couronne (de 69 % à 83 %), en moyenne légèrement supérieur à celui des Udi2 (72 %). La dentine et la pulpe représentent environ 59 % de la couronne des Udm2.

Tableau 5.22. Mesures surfaciques et volumiques 3D pour les dents déciduales datées du Mésolithique.

Dent	Site	Usure	Cvol (mm ³)	Evol (mm ³)	Dvol (mm ³)	Pvol (mm ³)	DPvol (mm ³)	S _{EDJ} (mm ²)	S _{cervix} (mm ²)	%DPvol (%)
Udi1	Houleau	2	101,28	29,65	55,01	16,62	71,63	84,49	21,36	70,72
	Houleau	3	89,09	23,18	51,89	14,03	65,91	77,48	20,42	73,98
	La Vergne	3	105,41	32,67	67,32	5,42	72,74	95,73	21,64	69,00
	La Vergne	3	77,54	12,88	57,31	7,36	64,66	59,75	19,70	83,40
Udi2	Houleau	3	53,16	16,84	34,01	2,32	36,32	56,32	14,76	68,33
	La Vergne	2	50,99	12,28	35,29	3,43	38,72	47,59	16,41	75,93
Udc	Houleau	2	93,55	28,88	60,16	4,51	64,67	74,01	19,44	69,13
Udm2	Houleau	1	287,98	114,38	153,92	19,69	173,60	149,69	52,37	60,28
	La Vergne	1	225,83	95,74	124,11	5,98	130,09	131,96	62,76	57,61
Ldi2	Houleau	2	35,96	11,53	21,83	2,61	24,44	42,47	9,36	67,95
Ldc	Les Perrats	4	82,15	25,79	52,75	3,62	56,36	64,28	20,94	68,61
	Les Perrats	2	79,53	26,41	47,18	5,94	53,12	68,96	18,91	66,79
Ldm1	Houleau	3	193,73	63,62	99,15	30,96	130,11	126,05	32,62	67,16
	La Vergne	1	151,83	53,00	86,07	12,76	98,82	97,33	34,38	65,09
Ldm2	Houleau	1	315,73	119,08	168,95	27,71	196,65	165,10	59,58	62,29
	Les Perrats	4	269,53	78,88	183,64	7,01	190,65	136,29	63,17	70,74

Cvol = volume total de la couronne ; Evol = volume de l'émail ; Dvol = volume de dentine coronaire ; Pvol = volume de pulpe coronaire ; DPvol = volume de dentine et de pulpe dans la couronne ; S_{EDJ} = aire de la jonction émail-dentine ; S_{cervix} = aire du plan basal ; %DPvol = pourcentage du volume de dentine et de pulpe dans la couronne.

Dans l'ensemble, les individus mésolithiques de Houleau et de La Vergne montrent des proximités dans les proportions des tissus dentaires pour chaque type de dents (**FIGURE 5.23**). Malgré des usures relativement similaires, les volumes de l'émail des quatre Udi1 présentent les valeurs les plus variables, alors que les volumes de dentine et de pulpe sont comparables. Aussi, les différences les plus importantes entre les volumes d'émail et les volumes de dentine et de pulpe sont observées pour les Udm2 de Houleau et de La Vergne (**FIGURE 5.23**), ces dernières se distinguant très fortement des volumes des Udi1, des Udi2 et des Udc.

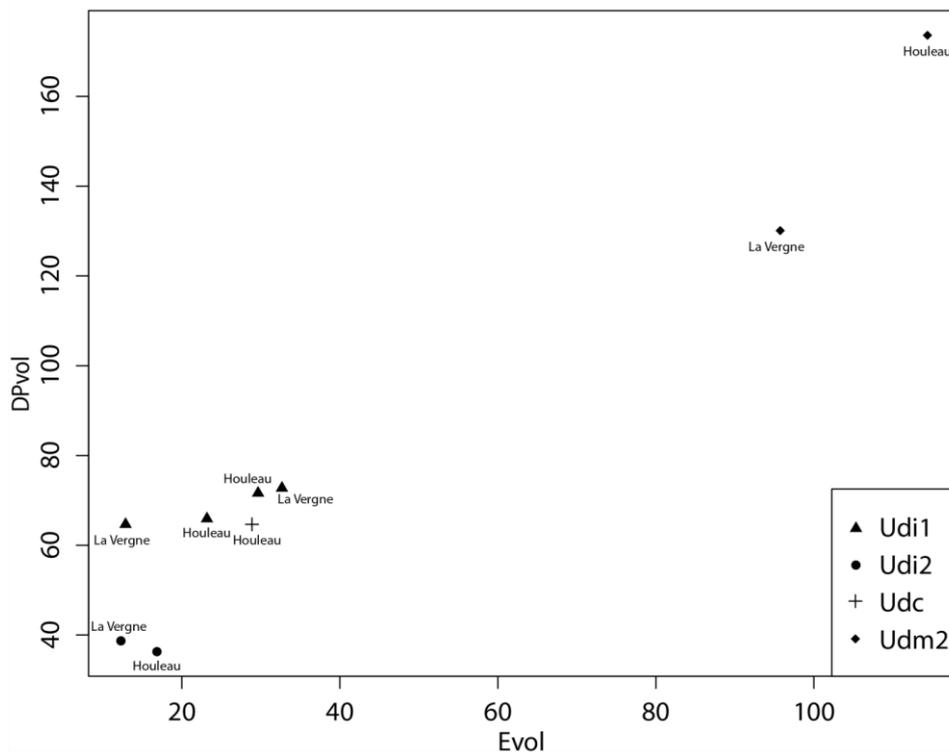


Figure 5.23. Comparaison des volumes de l'émail (Evol) et de dentine et de pulpe coronaire (DPvol) pour les dents déciduales supérieures datées du Mésolithique.

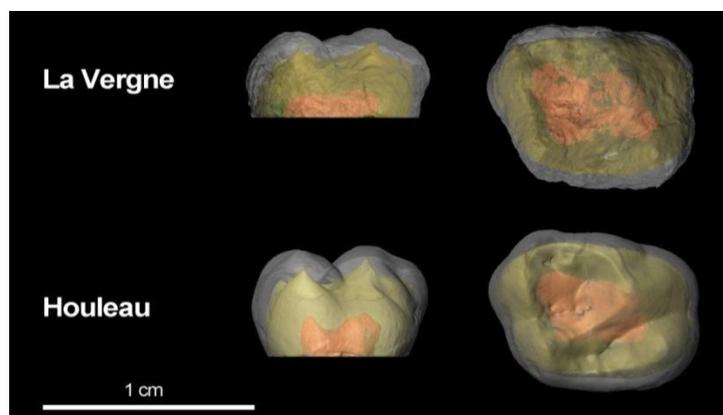


Figure 5.24. Comparaison des volumes de l'émail (en blanc), de la dentine (en jaune) et de la pulpe (en rouge) pour les Udm2 de La Vergne et de Houleau en vues linguale et occlusale.

Pour les dents déciduales inférieures, les volumes et les surfaces sont les plus faibles pour la Ldi2 et les plus forts pour les Ldm2 (**TABLEAU 5.22**). Une augmentation antéropostérieure le long de l'arcade est systématiquement constatée pour les variables mesurées, avec les relations suivantes : $Ldi2 < Ldc < Ldm1 < Ldm2$ (pas de Ldi1 dans l'échantillon mésolithique). Les pourcentages du volume de dentine et de pulpe des Ldi2 et des Ldc sont relativement similaires (68 % et 67,7 % respectivement) et légèrement supérieurs à ceux des Ldm1 (66,1 %) et des Ldm2 (66,5 %).

Alors que la Ldm1 de Houleau est plus usée que celle de La Vergne, cette dernière présente des volumes d'émail et de dentine (pulpe incluse) inférieurs à ceux de Houleau (**FIGURE 5.25**). Enfin, les Ldm2 des Perrats et de Houleau montrent des volumes de dentine et de pulpe très proches, mais le volume d'émail est plus faible pour la Ldm2 des Perrats qui est plus usée que celle de Houleau.

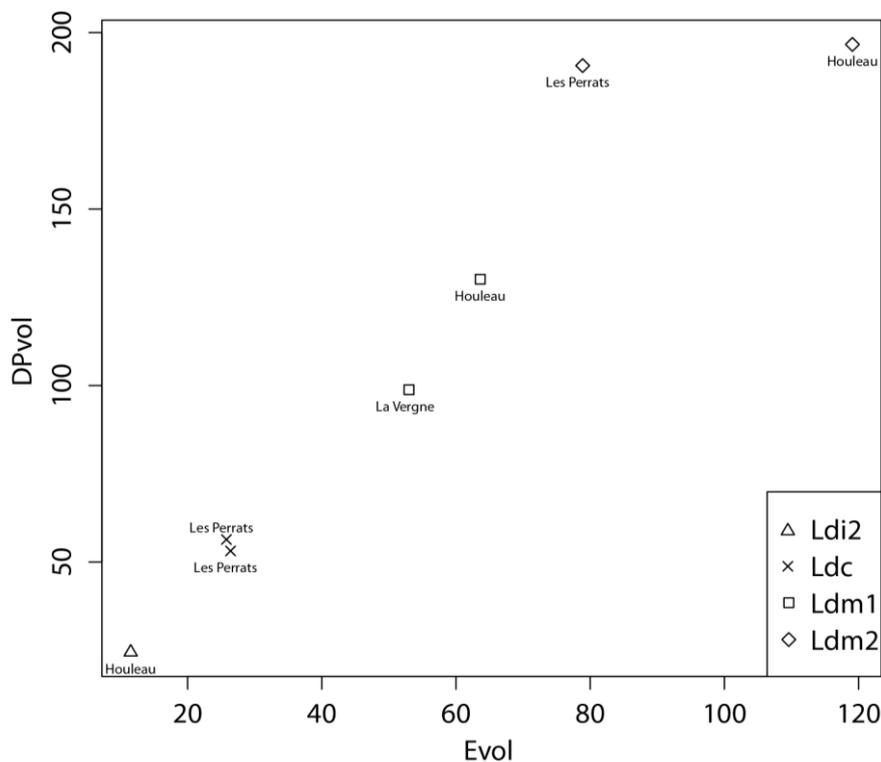


Figure 5.25. Comparaison des volumes de l'émail (Evol) et de dentine et de pulpe coronaire (DPvol) des dents déciduales inférieures datées du Mésolithique.

Pour les mesures 2D des dents déciduales supérieures et inférieures mésolithiques (**TABLEAU 5.23**), des variations similaires à celles en 3D sont observées. Les Udi2 présentent les valeurs linéaires et surfaciques les plus faibles alors que les valeurs les plus fortes sont trouvées pour les Udm2. Pour les dents déciduales inférieures, les Ldi2 présentent les valeurs les plus faibles, alors qu'en majorité, les Ldm2 présentent les valeurs les plus fortes, sauf pour le volume de dentine et de pulpe et la longueur de la jonction émail-dentine où les valeurs sont

plus fortes pour les Ldm1 (**TABLEAU 5.23**). L'augmentation antéropostérieure des surfaces est également observée le long de l'arcade. Les surfaces de dentine et de pulpe dans la couronne montrent des valeurs supérieures à celles mesurées en 3D. Les pourcentages de dentine et de pulpe des Ldi2 et des Ldc, relativement similaires (environ 79 %), sont supérieurs à ceux des Ldm1 (76 %) et des Ldm2 (70 %).

Tableau 5.23. Mesures linéaires et surfaciques 2D pour les dents déciduales datées du Mésolithique.

Dent	Site	Usure	a (mm ²)	c (mm ²)	b (mm ²)	e (mm)	BCD (mm)	%b (%)
Udi1	Houleau	2	21,78	4,09	17,69	14,54	4,54	81,22
	Houleau	3	21,59	3,79	17,80	13,48	4,60	82,46
	La Vergne	3	23,25	4,45	18,80	15,21	4,62	80,86
	La Vergne	3	16,57	3,16	13,41	12,33	4,94	80,92
Udi2	Houleau	3	18,44	3,52	14,92	12,92	4,40	80,94
	La Vergne	2	17,99	2,56	15,44	11,98	4,68	85,80
Udc	Houleau	2	26,63	5,04	21,59	15,65	5,02	81,09
Udm2	Houleau	1	46,37	12,84	33,53	18,96	8,75	72,31
	La Vergne	1	31,57	11,58	19,99	13,68	6,24	63,32
Ldi2	Houleau	2	13,73	2,75	10,98	11,12	3,47	79,97
Ldc	Les Perrats	4	23,24	4,85	18,39	12,40	4,94	79,13
	Les Perrats	2	21,91	4,46	17,45	13,76	4,64	79,66
Ldm1	Houleau	3	38,19	8,87	29,33	17,60	5,58	76,79
	La Vergne	1	30,55	7,57	22,98	15,08	6,69	75,21
Ldm2	Houleau	1	31,06	10,17	20,89	15,14	6,69	67,25
	Les Perrats	4	37,49	9,96	27,52	15,40	6,91	73,42

a = surface totale de la couronne ; c = surface de l'émail ; b = surface de dentine et de pulpe dans la couronne ; e = longueur de la jonction émail-dentine ; BCD = diamètre bi-cervical ; %b = pourcentage de la surface de dentine et de pulpe dans la couronne.

Pour les dents permanentes datées du Mésolithique, les mesures surfaciques et volumiques 3D sont présentées dans le **TABLEAU 5.24**. Dans l'ensemble, les volumes et les surfaces des tissus coronaires des dents supérieures sont les plus faibles pour les UI2 et les plus forts pour les UM2. Comme pour les dents paléolithiques, il n'y a pas de tendances intra-arcades générales et identifiables pour les dents permanentes supérieures mésolithiques. Toutefois, la relation $UM2 > UM1 > UM3$ est majoritairement identifiable pour les volumes et les surfaces mesurées entre les molaires. Cependant, les valeurs des UI et des UC soient majoritairement supérieures à celles de la UM3 d'Unikoté (**FIGURE 5.26**). Les pourcentages du volume de dentine et de pulpe dans la couronne (%DPvol) sont les plus variables pour les UI1 (de 51 % à 68 %), dont la moyenne (59,2 %) est proche du %DPvol calculé pour les UC. Les molaires

supérieures présentent, quant à elles, des valeurs moyennes de %DPvol plus faibles (46 % pour la UM3, environ 55 % et 57 % pour les UM1 et les UM2, respectivement).

Tableau 5.24. Mesures surfaciques et volumiques 3D pour les dents permanentes datées du Mésolithique.

Dent	Site	Usure	Cvol (mm ³)	Evol (mm ³)	Dvol (mm ³)	Pvol (mm ³)	DPvol (mm ³)	S _{EDJ} (mm ²)	S _{cervix} (mm ²)	%DPvol (%)
UI1	Houleau	\bar{m}	274,78	123,64	120,89	30,24	151,14	164,19	37,32	55,15
		\pm sd	\pm 19,48	\pm 18,31	\pm 4,73	\pm 4,40	\pm 4,61	\pm 12,20	\pm 1,67	\pm 3,51
	(n=3)	min-max	258,95-296,54	112,71-144,77	116,30-125,76	26,00-34,79	146,24-155,40	155,90-178,20	35,62-38,96	51,18-57,80
	La Vergne	3	201,46	76,56	105,90	19,00	124,90	130,67	-	62,00
	Auneau	4	211,31	66,70	144,61	0,00	144,61	122,81	35,50	68,44
UI2	Houleau	1	167,32	78,06	64,01	25,25	89,26	105,82	25,01	53,35
	La Vergne	3	102,32	41,91	57,04	3,38	60,41	76,43	22,52	59,04
UC	La Vergne	3	225,91	88,60	129,31	7,99	137,30	114,76	40,89	60,78
UM1	La Vergne	1	319,20	131,17	167,85	20,18	188,04	152,41	54,52	58,91
	La Vergne	3	433,04	194,02	231,19	7,82	239,02	181,90	81,91	55,20
UM2	La Vergne	2	335,72	159,19	173,71	2,82	176,53	151,85	79,30	52,58
	Les Perrats	3	389,79	156,11	230,98	2,71	233,69	165,11	72,99	59,95
	Les Perrats	2	450,38	213,82	228,65	7,91	236,56	188,11	75,98	52,52
UM3	Unikoté	1	225,72	120,69	102,49	2,54	105,03	108,93	44,72	46,53
LI1	Les Fieux	3	99,12	40,67	53,92	4,53	58,45	81,11	16,54	58,97
	La Vergne	3	89,52	36,58	49,29	3,65	52,94	73,12	17,49	59,13
	Auneau	4	83,36	27,80	55,56	0,00	55,56	65,75	16,72	66,65
	Auneau	3	92,87	32,44	59,64	0,79	60,43	64,55	20,07	65,07
LI2	Houleau	1	137,95	71,21	56,02	10,73	66,75	94,54	22,47	48,38
	La Vergne	2	104,92	44,05	57,02	3,84	60,86	77,60	18,93	58,01
	Les Perrats	1	135,87	67,29	66,12	2,46	68,58	91,61	25,24	50,48
	Auneau	3	94,71	36,64	58,07	0,00	58,07	76,05	18,82	61,31
	Auneau	3	119,62	41,05	76,56	2,02	78,57	77,34	23,61	65,69
LC	Les Fieux	1	194,51	93,66	95,47	5,38	100,85	111,69	27,61	51,85
	Les Perrats	1	182,46	83,30	94,07	5,10	99,16	100,40	32,61	54,35
	Auneau	4	150,86	49,42	100,35	1,10	101,44	98,28	30,61	67,24
LP3	Les Perrats	1	222,33	117,97	102,34	2,02	104,37	100,59	36,76	46,94
	Auneau	2	183,13	86,57	95,93	0,64	96,56	93,76	26,87	52,73
LP4	Les Perrats	1	257,86	149,34	105,15	3,38	108,53	102,85	37,53	42,09
	Auneau	2	203,26	94,28	108,13	0,86	108,99	99,48	34,49	53,62

(suite page suivante)

(suite)	Site	Usure	Cvol (mm ³)	Evol (mm ³)	Dvol (mm ³)	Pvol (mm ³)	DPvol (mm ³)	S _{EDJ} (mm ²)	S _{cervix} (mm ²)	%DPvol (%)
LM1	Houleau	1	508,30	258,28	237,35	12,66	250,02	192,35	10,97	49,19
	Houleau	1	483,71	232,97	210,63	40,11	250,75	177,64	61,91	51,84
	La Vergne	2	412,97	185,32	207,25	20,40	227,65	177,78	83,89	55,13
	Les Perrats	2	584,34	288,68	286,53	9,14	295,67	208,42	92,91	50,60
LM2	Houleau	1	395,78	209,10	178,72	7,95	186,68	158,97	69,30	47,17
	La Vergne	1	491,81	258,97	206,41	26,42	232,83	176,39	72,44	47,34
	Les Perrats	1	578,26	310,03	256,08	12,15	268,23	188,27	93,85	46,39
	Auneau	4	312,66	86,48	225,94	0,24	226,17	121,32	80,63	72,34
LM3	Les Fieux	2	468,82	206,71	258,14	3,97	262,11	186,96	71,40	55,91
	Les Perrats	3	420,97	206,76	202,91	11,30	214,22	167,49	38,80	50,89
	Auneau	3	373,74	134,05	238,31	1,38	239,69	168,01	78,03	64,13

Voir le **TABLEAU 5.22** pour la légende des abréviations. * Moyenne des degrés d'usure (Molnar 1971a). \bar{m} = moyenne ; sd = écart-type ; min = minimum ; max = maximum.

Pour les dents permanentes supérieures mésolithiques, une variabilité intra- et intersite importante est observée (**FIGURE 5.26**). Si les UI1 présentent des volumes de dentine et de pulpe comparables, les volumes d'émail sont plus variables. En particulier, ceux des UI1 de La Vergne et d'Auneau sont les plus faibles en raison de l'usure plus prononcée pour ces deux dents. Les deux UM1 de la Vergne montrent des différences importantes, tout comme les UM2 des Perrats qui se différencient entre elles essentiellement par leur volume d'émail.

Pour les dents permanentes inférieures mésolithiques, les volumes et les surfaces des variables mesurées sont, dans l'ensemble, les plus importants pour les LM1 et les plus faibles pour les LI1 (**TABLEAU 5.24**). Globalement, il y a une augmentation antéropostérieure des variables le long de l'arcade, avec la relation suivante : LI1 < LI2 < LC < LP3 < LP4. En revanche, si les LM1 présentent systématiquement les valeurs les plus fortes pour les molaires, les relations entre les LM2 et les LM3 sont variables.

Les pourcentages %DPvol sont les plus faibles pour les prémolaires inférieures, et les plus importants pour les LI1 (entre 59 % et 66,6 %). Si les %DPvol sont peu variables entre les LM1 et les LM2 des différents sites mésolithiques, ces molaires présentent cependant une variabilité importante pour les volumes de l'émail (Evol) et les volumes de dentine et de pulpe (DPvol) (**FIGURE 5.27**). Notamment, les LM1 et LM2 des Perrats présentent les volumes les plus élevés. Les dents antérieures montrent, quant à elles, des proximités intra- et intersites relativement importantes (**FIGURE 5.27**). D'autre part, une distinction entre les dents antérieures et postérieures clairement marquée est visible pour les dents inférieures.

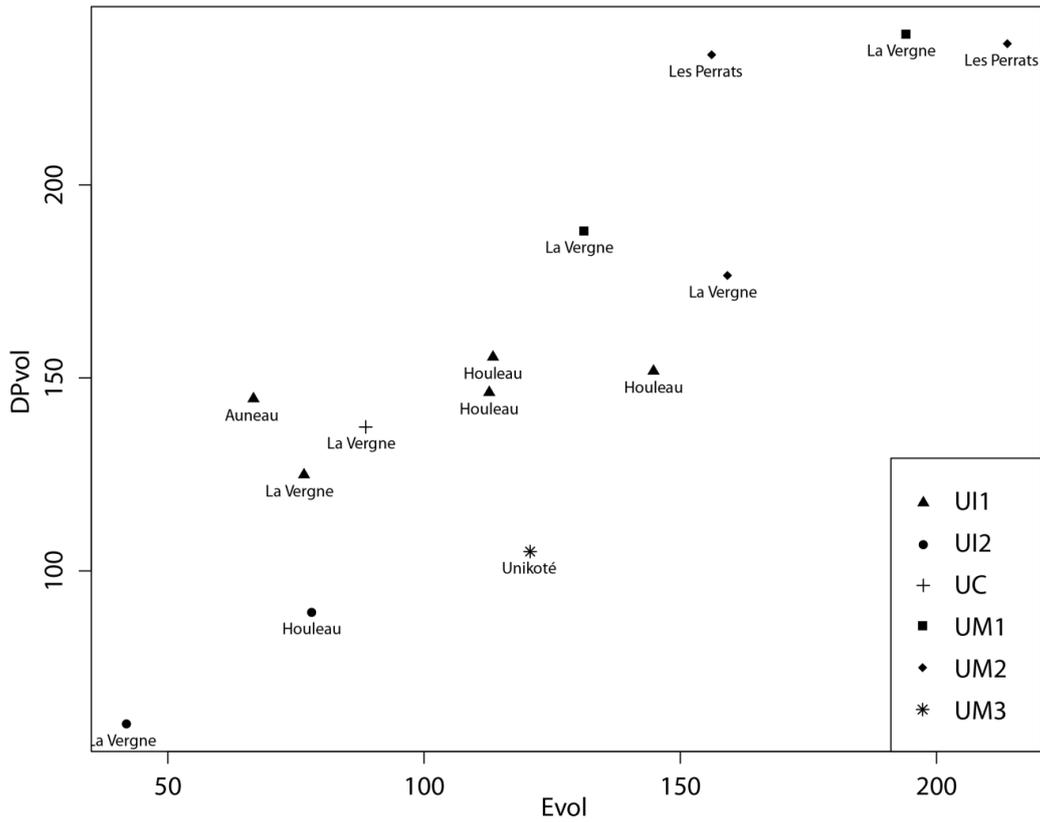


Figure 5.26. Comparaison des volumes de l'émail (Evol) et de dentine et de pulpe coronaire (DPvol) pour les dents permanentes supérieures datées du Mésolithique.

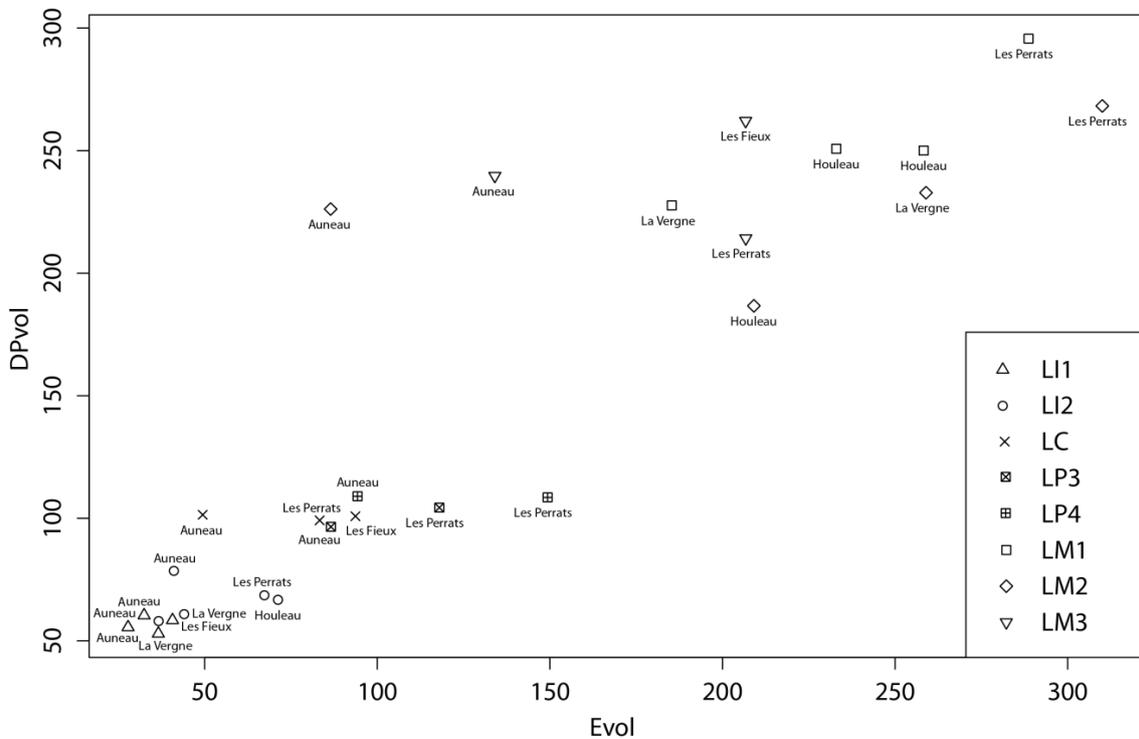


Figure 5.27. Comparaison des volumes de l'émail (Evol) et de dentine et de pulpe coronaire (DPvol) pour les dents permanentes inférieures datées du Mésolithique.

Pour les mesures 2D des dents permanentes supérieures et inférieures mésolithiques (**TABLEAU 5.25**), des variations globalement similaires à celles en 3D sont observées. Les mesures linéaires et surfaciques 2D des dents supérieures sont les plus faibles pour les UI2 et les plus fortes pour les UM2, excepté pour la longueur de la jonction émail-dentine (**TABLEAU 5.25**). Comme avec les variables 3D, il n'y a pas de tendances intra-arcades clairement identifiables, mais, en moyenne, les relations UI1 > UI2 et UM2 > UM1 > UM3 sont observées pour les variables 2D. Pour les dents permanentes inférieures mésolithiques, si les variables mesurées en 2D sont les plus faibles pour les LI1 (sauf la surface de dentine et de pulpe), elles sont en revanche les plus fortes pour les LM1 (excepté pour la longueur de la jonction émail-dentine). Contrairement aux variables mesurées en 3D, les relations LM3 < LM1 < LM2 sont en effet observées pour les valeurs linéaires et surfaciques 2D.

Tableau 5.25. Mesures linéaires et surfaciques 2D pour les dents permanentes datées du Mésolithique.

Dent	Site	Usure	a (mm ²)	c (mm ²)	b (mm ²)	e (mm)	BCD (mm)	%b (%)	
UI1	Houleau	\bar{m}	2*	49,02	15,93	33,08	22,16	6,13	67,50
		\pm sd		\pm 7,39	\pm 2,42	\pm 4,97	\pm 2,71	\pm 0,07	\pm 0,05
	(n=3)	min-max	44,06-57,52	14,29-18,72	29,77-38,80	20,53-25,29	6,08-6,21	67,45-67,56	
	La Vergne	3	40,33	11,10	29,23	18,04	6,16	72,48	
	Auneau	4	49,49	13,17	36,32	20,80	6,51	73,40	
UI2	Houleau	1	39,27	12,73	26,54	18,94	5,60	67,57	
	La Vergne	3	29,54	8,73	20,81	15,68	5,79	70,44	
UC	La Vergne	3	51,21	15,13	36,08	18,40	8,39	70,45	
UM1	La Vergne	1	40,45	13,26	27,19	18,16	8,72	67,23	
	La Vergne	3	58,29	22,05	36,23	20,21	10,69	62,17	
UM2	La Vergne	2	56,15	18,94	37,21	18,60	11,57	66,27	
	Les Perrats	3	60,57	21,44	39,13	18,84	11,18	64,61	
	Les Perrats	2	58,15	20,83	37,32	20,68	10,72	64,18	
UM3	Unikoté	1	47,15	18,59	28,56	16,75	8,66	60,58	
LI1	Les Fieux	3	34,42	8,62	25,80	17,60	5,63	74,96	
	La Vergne	3	29,19	8,95	20,24	15,81	5,55	69,34	
	Auneau	4	32,47	8,34	24,12	16,26	5,30	74,30	
	Auneau	3	37,69	8,62	29,07	16,68	5,90	77,13	
LI2	Houleau	1	37,11	11,79	25,32	18,35	6,25	68,22	
	La Vergne	2	30,04	9,86	20,18	15,55	5,73	67,18	
	Les Perrats	1	35,25	11,63	23,61	17,56	6,14	67,00	
	Auneau	3	32,86	9,15	23,71	16,97	5,58	72,15	
	Auneau	3	35,93	7,99	27,95	16,06	6,31	77,77	

(suite)	Site	Usure	a (mm ²)	c (mm ²)	b (mm ²)	e (mm)	BCD (mm)	%b (%)
LC	Les Fieux	1	53,64	15,21	38,43	21,08	7,15	71,64
	Les Perrats	1	44,78	13,55	31,24	19,01	7,42	69,75
	Auneau	4	47,99	11,19	36,81	19,25	7,60	76,69
LP3	Les Perrats	1	48,85	17,94	30,92	16,66	7,64	63,29
	Auneau	2	46,11	14,95	31,17	16,32	6,53	67,59
LP4	Les Perrats	1	56,24	23,14	33,10	17,88	7,00	58,86
	Auneau	2	46,14	15,89	30,25	16,72	7,15	65,56
LM1	Houleau	1	55,10	23,05	32,05	19,52	8,41	58,16
	Houleau	1	50,42	20,06	30,36	18,47	7,71	60,21
	La Vergne	2	53,43	21,84	31,59	17,73	9,41	59,12
	Les Perrats	2	61,97	23,75	38,22	20,18	9,25	61,67
LM2	Houleau	1	49,54	19,54	30,00	17,47	8,66	60,55
	La Vergne	1	57,38	21,57	35,82	19,32	9,30	62,42
	Les Perrats	1	70,99	37,43	33,56	18,38	9,88	47,28
	Auneau	4	49,17	15,51	33,67	17,78	9,22	68,46
LM3	Les Fieux	2	52,80	19,30	33,50	18,43	14,09	63,45
	Les Perrats	3	45,69	16,95	28,74	16,53	8,22	62,91
	Auneau	3	47,75	15,66	32,09	18,17	9,14	67,20

Voir le **TABLEAU 5.23** pour la légende des abréviations.

* Moyenne des degrés d'usure (Molnar 1971a).

\bar{m} = moyenne ; sd = écart-type ; min = minimum ; max = maximum.

Pour le début du Néolithique, les mesures surfaciques et volumiques 3D des dents déciduales supérieures sont présentées dans le **TABLEAU 5.26**. Pour toutes les variables mesurées, les volumes et les surfaces sont les plus importants pour les Udm2 et les plus faibles pour les Udi2. Excepté pour le volume de la pulpe, les relations intra-arcades entre les variables sont les suivantes : $Udi2 < Udi1 < Udc < Udm1 < Udm2$. Si les volumes de l'émail et les volumes de la dentine et de la pulpe coronaire sont les plus faibles pour les Udi2, ils augmentent ensuite dans le sens antéropostérieur le long de l'arcade supérieure, légèrement de la Udc à la Udm1, et de façon plus importante de la Udm1 à la Udm2 (**TABLEAU 5.26**). Pour les Néolithique, les Udi1 présentent le plus fort pourcentage de dentine et de pulpe dans la couronne (%DPvol) (environ 80 %), mais elles sont aussi les dents les plus usées. En revanche, la dentine et la pulpe représentent 60 % à 68 % de la couronne des Udm2, soit les plus faibles %DPvol en moyenne.

Tableau 5.26. Mesures surfaciques et volumiques 3D pour les dents déciduales supérieures datées du début du Néolithique.

Dent	Site	Usure	Cvol (mm ³)	Evol (mm ³)	Dvol (mm ³)	Pvol (mm ³)	DPvol (mm ³)	S _{EDJ} (mm ²)	S _{cervix} (mm ²)	%DPvol (%)	
Udi1	Gurgy	4	82,91	14,94	56,15	11,83	67,98	56,99	20,14	81,99	
	Gurgy	3	74,62	16,20	49,79	8,63	58,42	59,41	18,21	78,29	
	Les Bréguières	3	47,77	16,05	29,55	2,16	31,72	47,89	10,58	66,39	
Udi2	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	3*	48,64 ± 5,73	12,76 ± 2,32	32,67 ± 5,18	3,22 ± 1,34	35,88 ± 5,98	47,13 ± 6,43	13,29 ± 1,73	73,59 ± 5,57
	(n=3)	min-max		44,73-55,21	10,46-15,10	27,62-37,97	1,86-4,53	30,88-42,51	39,83-51,93	11,73-15,16	67,16-76,99
Udc	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2	105,22 ± 20,92	34,52 ± 8,15	64,77 ± 9,73	5,93 ± 3,29	70,70 ± 13,01	76,90 ± 8,44	24,28 ± 0,73	67,33 ± 1,68
	(n=3)	min-max		82,34-123,36	26,35-42,66	53,74-72,12	2,25-8,58	55,99-80,70	68,86-85,69	23,47-24,89	65,42-68,57
	Auneau	3	118,65	36,46	79,05	3,14	82,20	72,97	27,51	69,27	
Udm1	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2*	157,37 ± 25,57	48,73 ± 13,14	96,30 ± 8,93	12,34 ± 5,70	108,64 ± 13,94	102,17 ± 20,69	35,24 ± 10,61	69,38 ± 4,12
	(n=3)	min-max		127,85-172,44	34,40-60,21	87,69-105,52	5,76-15,91	93,45-120,87	80,05-121,05	23,75-44,66	64,96-73,10
	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2*	283,46 ± 43,14	103,02 ± 25,86	150,77 ± 9,32	29,67 ± 18,69	180,44 ± 17,98	152,30 ± 22,23	59,68 ± 5,87	64,05 ± 4,09
	(n=3)	min-max		233,65-308,48	73,48-121,55	144,28-161,45	13,58-50,17	160,17-194,45	126,89-168,19	54,74-66,18	60,57-68,55
Udm2	Fauroux	1	266,77	118,40	136,65	11,72	148,37	136,38	45,37	55,62	
	Auneau	3	268,61	96,20	170,80	1,62	172,42	138,73	50,26	64,19	
	Auneau	3	325,66	128,17	183,94	13,55	197,49	153,09	52,95	60,64	

Cvol = volume total de la couronne ; Evol = volume de l'émail ; Dvol = volume de dentine coronaire ; Pvol = volume de pulpe coronaire ; DPvol = volume de dentine et de pulpe dans la couronne ; S_{EDJ} = aire de la jonction émail-dentine ; S_{cervix} = aire du plan basal ; %DPvol = pourcentage du volume de dentine et de pulpe dans la couronne.

* Moyenne des degrés d'usure (Molnar 1971a).

\bar{m} = moyenne ; sd = écart-type ; min = minimum ; max = maximum

Les dents déciduales supérieures néolithiques sont majoritairement représentées par des échantillons de Gurgy, où la variabilité intrasite est parfois plus importante que la variabilité avec les autres sites néolithiques, comme par exemple pour les Udc (**FIGURE 5.28**). La variabilité la plus forte dans les volumes d'émail et les volumes de dentine et de pulpe est constatée pour les Udm2 (**TABLEAU 5.26 & FIGURE 5.28**). Bien qu'affectées par le même degré d'usure, les deux Udm2 d'Auneau présentent des volumes de tissus coronaires relativement différents. Par ailleurs, la Udm2 de Fauroux possède le volume de dentine et de pulpe le plus faible.

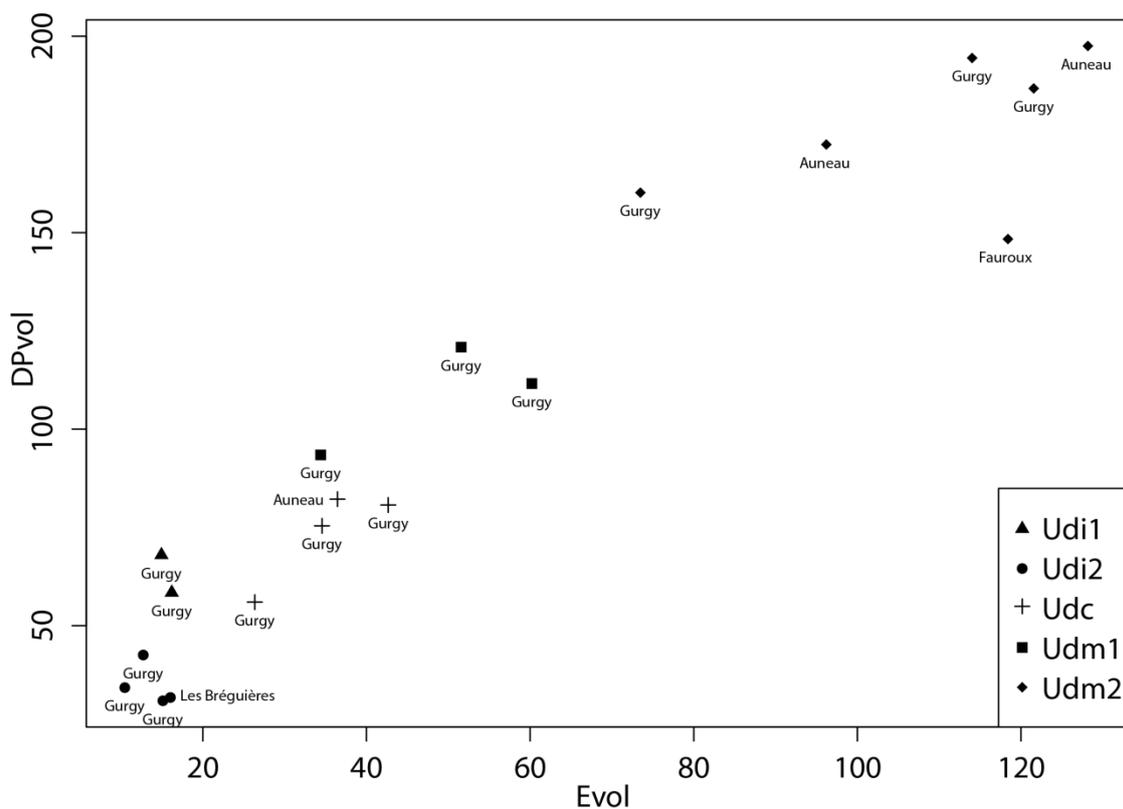


Figure 5.28. Comparaison des volumes de l'émail (Evol) et des volumes de dentine et de pulpe coronaire (DPvol) pour les dents déciduales supérieures datées du début du Néolithique.

Pour les dents déciduales inférieures datées du début du Néolithique, les mesures surfaciques et volumiques 3D sont présentées dans le **TABLEAU 5.27**. Pour les dents déciduales inférieures du début du Néolithique, toutes les variables surfaciques et volumiques 3D mesurées montrent les valeurs les plus faibles pour les Ldi1 et les valeurs les plus fortes pour les Ldm2 (**TABLEAU 5.27**). Entre les types de dents, la relation $Ldi1 < Ldi2 < Ldc < Ldm1 < Ldm2$ est observée pour toutes les variables 3D mesurées, sauf le volume de la pulpe. Le pourcentage de dentine et de pulpe dans la couronne est le plus fort pour les Ldi1 (65 % à 74 %) et les Ldm1 (de 65 % à 71 %), et est le plus faible pour les Ldi2 (64 % en moyenne).

Tableau 5.27. Mesures surfaciques et volumiques 3D pour les dents déciduales inférieures datées du début du Néolithique.

Dent	Site	Usure	Cvol (mm ³)	Evol (mm ³)	Dvol (mm ³)	Pvol (mm ³)	DPvol (mm ³)	S _{EDJ} (mm ²)	S _{cervix} (mm ²)	%DPvol (%)	
Ldi1	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	3*	36,84 ± 1,81	11,60 ± 2,28	22,66 ± 0,28	2,57 ± 0,77	25,24 ± 0,49	42,50 ± 0,70	11,01 ± 0,41	68,66 ± 4,76
	(n=3)	min-max		34,81-38,29	9,01-13,27	22,35-22,86	2,03-3,45	24,89-25,80	41,86-43,25	10,55-11,31	65,34-74,11
Ldi2	Baume Bourbon		3	45,76	16,83	28,67	0,27	28,94	43,75	13,28	63,23
	Gurgy		2	52,53	16,28	31,98	4,27	36,25	53,15	12,90	69,00
	Gurgy		2	50,43	20,21	28,01	2,22	30,23	50,53	12,85	59,93
Ldc	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2*	90,89 ± 9,83	31,99 ± 4,12	53,50 ± 7,09	5,41 ± 1,30	58,90 ± 7,39	68,77 ± 5,64	22,15 ± 0,68	64,76 ± 3,02
	(n=3)	min-max		79,66-97,96	29,04-36,69	45,33-58,05	4,17-6,77	50,62-64,82	63,21-74,49	21,71-22,93	62,54-68,20
	Auneau		3	101,47	31,27	67,54	2,66	70,20	69,59	26,51	69,18
Ldm1	Baume Bourbon		4	136,20	41,28	89,21	5,71	94,92	88,24	35,02	69,69
	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2*	162,34 ± 10,27	51,53 ± 6,85	96,59 ± 4,13	14,21 ± 2,99	110,81 ± 7,12	108,65 ± 3,96	39,86 ± 0,99	68,30 ± 2,99
	(n=3)	min-max		150,79-170,45	47,21-59,43	92,43-100,69	11,15-17,13	103,58-117,82	104,72-112,64	38,77-40,70	65,13-71,07
Ldm2	Baume Bourbon		4	204,57	62,62	136,03	5,93	141,95	108,07	51,59	69,39
	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	3*	261,10 ± 60,18	88,55 ± 23,40	155,82 ± 29,52	16,73 ± 10,61	172,55 ± 38,38	145,22 ± 24,51	52,89 ± 3,80	66,24 ± 3,43
	(n=5)	min-max		192,72-333,63	55,19-117,71	121,31-190,53	5,55-29,64	126,86-215,92	119,79-174,84	48,67-57,57	61,98-71,36
	Auneau		3	218,27	78,46	139,16	0,65	139,81	119,18	56,43	64,05
	Auneau		4	266,76	92,85	162,31	11,61	173,91	134,99	55,15	65,19

Voir le TABLEAU 5.26 pour la légende des abréviations.

* Moyenne des degrés d'usure (Molnar 1971a).

\bar{m} = moyenne ; sd = écart-type ; min = minimum ; max = maximum

Le volume d'émail et le volume de dentine et de pulpe dans la couronne augmentent dans le sens antéropostérieur le long de l'arcade inférieure (**FIGURE 5.29**). Si les dents antérieures montrent des proximités intra- et intersites importantes, les Ldm1 et les Ldm2 présentent quant à elles une variabilité plus prononcée, notamment pour les volumes d'émail.

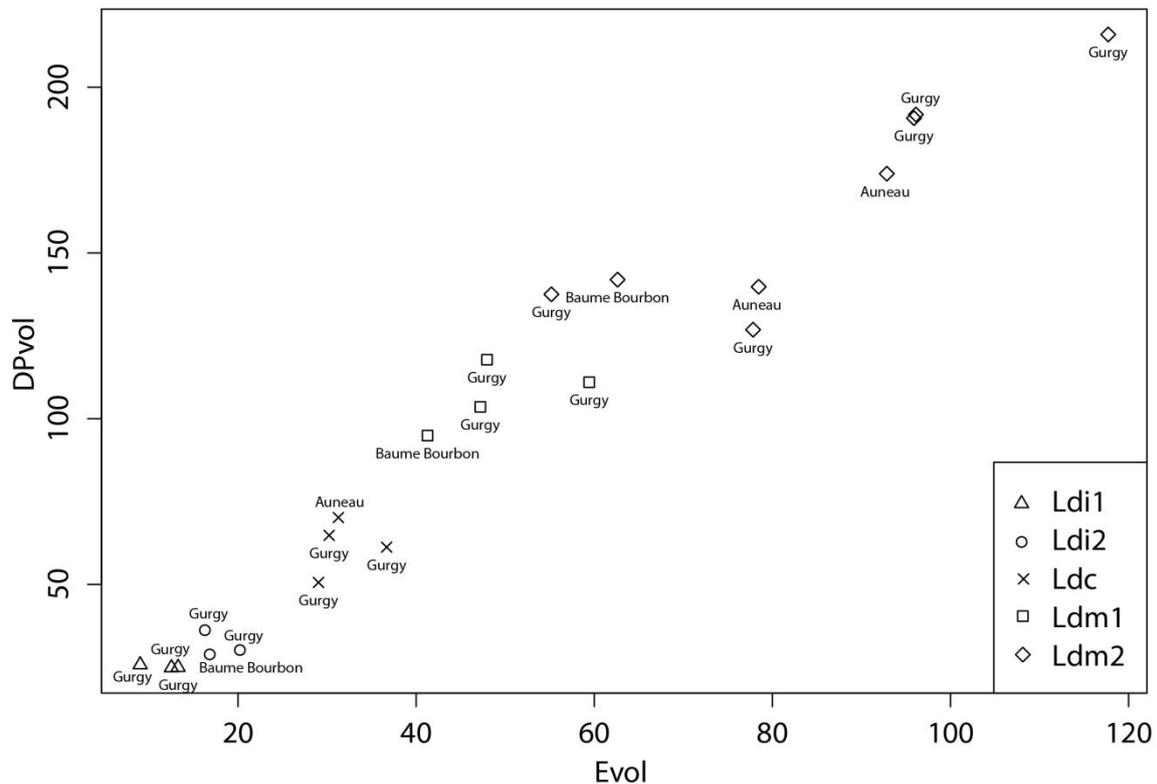


Figure 5.29. Comparaison des volumes de l'émail (Evol) et des volumes de dentine et de pulpe coronaire (DPvol) pour les dents déciduales inférieures datées du début du Néolithique.

Pour le début du Néolithique, les mesures linéaires et surfaciques 2D sont présentées dans le **TABLEAU 5.28** pour les dents déciduales supérieures, et le **TABLEAU 5.29** pour les dents déciduales inférieures. Sans exception, les mêmes relations intra-arcades sont observées pour toutes les variables mesurées en 2D et en 3D. Les Udi2 et les Ldi1 possèdent les valeurs linéaires et surfaciques les plus faibles, alors que les Udm2 et les Ldm2 montrent les valeurs les plus importantes.

Comparées à leurs volumes respectifs, les surfaces de l'émail montrent une plus faible variabilité intrasite à Gurgy pour les Udm2 (**TABLEAU 5.28**). En revanche, pour les Ldc, les Ldm1 et les Ldm2 de Gurgy, les différences observées dans les valeurs des surfaces de l'émail et surtout des surfaces de dentine et de pulpe rendent compte de différences intrasites plus importantes qu'à partir des variables 3D.

Tableau 5.28. Mesures linéaires et surfaciques 2D pour les dents déciduales supérieures datées du début du Néolithique.

Dent	Site	Usure	a (mm ²)	c (mm ²)	b (mm ²)	e (mm)	BCD (mm)	%b (%)	
Udi1	Gurgy	4	19,94	3,32	16,62	12,59	4,48	83,36	
	Gurgy	3	17,15	3,45	13,69	12,31	4,23	79,87	
Udi2	Les Bréguières	3	15,87	4,35	11,52	12,43	3,90	72,62	
	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	3*	15,21 \pm 1,25	2,98 \pm 0,32	12,23 \pm 1,19	11,14 \pm 0,83	4,32 \pm 0,31	80,36 \pm 2,16
	(n=3)	min-max		13,94-16,44	2,71-3,34	11,23-13,55	10,18-11,66	4,14-4,69	78,10-82,40
Udc	Gurgy	$m \pm sd$	2*	24,69 \pm 3,85	6,24 \pm 0,92	18,45 \pm 3,50	12,88 \pm 0,68	5,34 \pm 0,61	74,50 \pm 3,60
	(n=3)	min-max		20,49-28,05	5,46-7,25	15,03-22,03	12,33-13,64	4,72-5,94	71,60-78,53
	Auneau	3	26,48	4,66	21,82	13,39	5,56	82,40	
Udm1	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2*	32,23 \pm 5,34	8,72 \pm 0,75	23,51 \pm 6,08	15,38 \pm 2,51	7,14 \pm 1,27	72,10 \pm 7,66
	(n=3)	min-max		26,09-35,81	8,25-9,59	16,51-27,48	12,49-17,00	5,68-7,94	63,27-76,74
Udm2	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2*	41,53 \pm 2,66	13,13 \pm 1,07	28,41 \pm 1,68	17,30 \pm 1,00	8,09 \pm 0,99	68,42 \pm 0,97
	(n=3)	min-max		39,14-44,40	11,96-14,07	27,18-30,33	16,33-18,32	6,96-8,74	67,50-69,44
	Fauroux	1	41,26	13,50	27,76	17,42	7,86	67,28	
	Auneau	3	40,01	10,99	29,01	16,59	7,99	72,52	
	Auneau	3	48,65	13,87	34,78	17,03	8,42	71,49	

a = surface totale de la couronne ; c = surface de l'émail ; b = surface de dentine et de pulpe dans la couronne ; e = longueur de la jonction émail-dentine ; BCD = diamètre bi-cervical ; %b = pourcentage de la surface de dentine et de pulpe dans la couronne.

* Moyenne des degrés d'usure (Molnar 1971a).

\bar{m} = moyenne ; sd = écart-type ; min = minimum ; max = maximum.

Tableau 5.29. Mesures linéaires et surfaciques 2D pour les dents déciduales inférieures datées du début du Néolithique.

Dents	Site		Usure	a (mm ²)	c (mm ²)	b (mm ²)	e (mm)	BCD (mm)	%b (%)
Ldi1	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	3*	13,56 ± 0,18	2,85 ± 0,33	10,71 ± 0,47	11,11 ± 0,38	3,61 ± 0,17	78,95 ± 2,61
	(n=3)	min-max		13,35-13,67	2,48-3,10	10,25-11,19	10,87-11,55	3,42-3,75	76,75-81,81
Ldi2	Baume Bourbon		3	17,65	4,34	13,30	11,94	4,10	75,39
	Gurgy		2	14,40	4,10	10,30	11,42	4,05	71,53
	Gurgy		2	16,24	4,08	12,16	11,90	4,34	74,88
Ldc	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2*	23,55 ± 2,57	6,14 ± 1,19	19,66 ± 1,72	13,96 ± 1,46	5,10 ± 0,10	76,06 ± 4,93
	(n=3)	min-max		20,64-25,77	5,04-7,40	18,32-21,59	13,07-15,65	5,02-5,22	71,23-81,09
	Auneau		3	27,57	5,36	22,21	13,68	5,51	80,55
Ldm1	Baume Bourbon		4	29,85	7,44	22,41	14,20	5,39	75,07
	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2*	32,89 ± 1,27	7,29 ± 1,05	25,61 ± 0,26	15,82 ± 0,42	6,31 ± 0,50	77,90 ± 2,31
	(n=3)	min-max		31,77-34,27	6,46-8,47	25,31-25,80	15,45-16,27	5,87-6,85	75,28-79,67
Ldm2	Baume Bourbon		4	35,54	9,91	25,63	15,19	6,26	72,12
	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	3*	33,83 ± 5,18	10,07 ± 1,51	23,76 ± 4,06	15,22 ± 1,72	6,55 ± 0,40	70,08 ± 3,15
	(n=5)	min-max		27,33-38,54	7,99-12,09	17,81-27,15	13,00-16,58	6,04-7,14	65,17-72,68
	Auneau		3	32,40	8,51	23,89	14,02	6,82	73,73
	Auneau		4	35,32	11,02	24,30	15,49	4,68	68,81

Voir le **TABLEAU 5.28** pour la légende des abréviations.

* Moyenne des degrés d'usure (Molnar 1971a).

\bar{m} = moyenne ; sd = écart-type ; min = minimum ; max = maximum.

Pour les dents permanentes supérieures du début du Néolithique, les mesures surfaciques et volumiques 3D sont présentées dans le **TABLEAU 5.30**. Excepté pour le volume de la pulpe, les volumes et les surfaces mesurées sont les plus faibles pour les UI2 et les plus forts pour les UM1. Les canines et les prémolaires supérieures présentent des valeurs intermédiaires dont la variabilité ne permet pas de mettre en évidence des tendances générales dans les relations intra-arcades. Cependant, en moyenne, les relations $UM1 > UM2 > UM3$ sont observées entre les molaires (**FIGURE 5.30 & TABLEAU 5.30**). Le pourcentage de dentine et de pulpe dans la couronne (%DPvol) est le plus élevé pour les UI1 (61,5 % en moyenne) et le plus faible pour les prémolaires (49 % pour les UP3 et 47 % pour les UP4), alors que les UM2 et les UM3 possèdent environ 50 % de dentine et de pulpe dans la couronne.

La variabilité intra- et intersite observée pour les volumes et les surfaces des dents permanentes supérieures néolithiques est importante. Particulièrement, les UM2 montrent des volumes d'émail (Evol) et des volumes de dentine et de pulpe (DPvol) allant du simple au double (**FIGURE 5.30**), les valeurs extrêmes étant trouvées entre deux individus de Gurgy et d'Auneau pour Evol, et entre deux individus de Gurgy pour DPvol. Les UI1, les UC, les UP3, les UP4 et les UM3 montrent, quant à elles, des volumes peu différents entre les types de dents. Leurs variabilités respectives se superposent (**FIGURE 5.30**), bien que les UI1 et les UC tendant à posséder des volumes de dentine plus importants que les prémolaires. En revanche, les UI2 s'isolent par les valeurs les plus faibles.

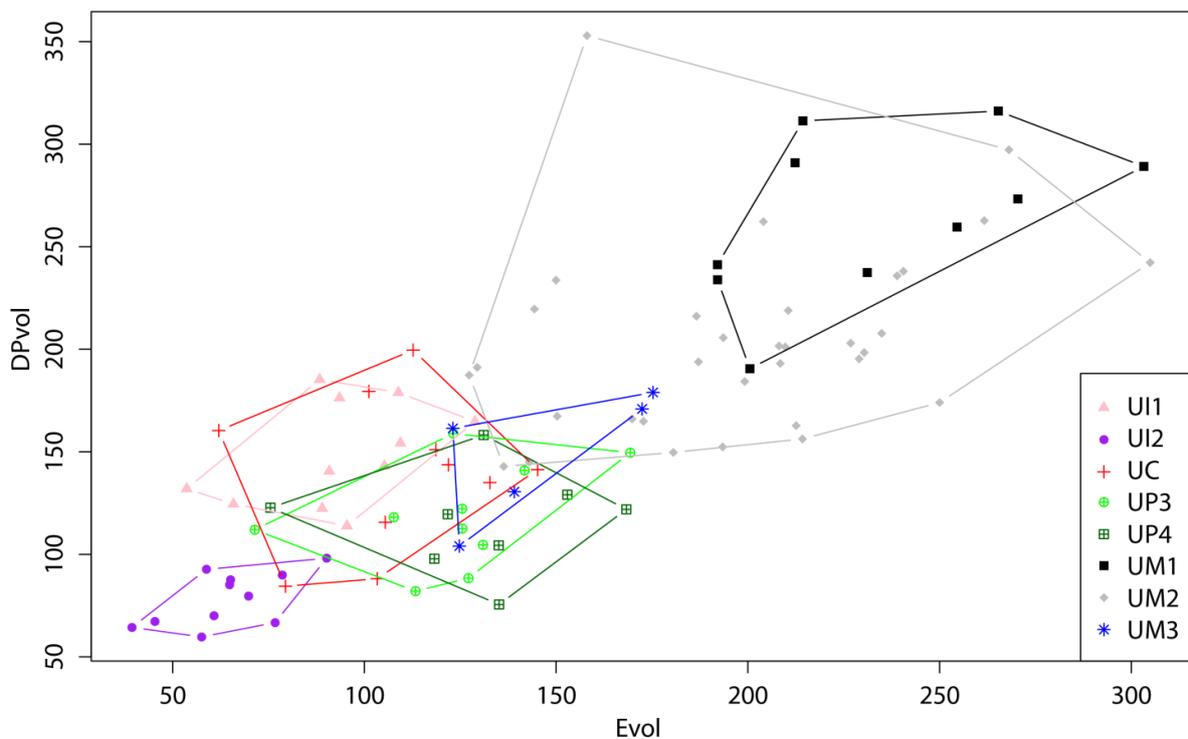


Figure 5.30. Comparaison des volumes de l'émail (Evol) et des volumes de dentine et de pulpe coronaire (DPvol) pour les dents permanentes supérieures datées du début du Néolithique.

Tableau 5.30. Mesures surfaciques et volumiques 3D pour les dents permanentes supérieures datées du début du Néolithique.

Dent	Site	Usure	Cvol (mm ³)	Evol (mm ³)	Dvol (mm ³)	Pvol (mm ³)	DPvol (mm ³)	S _{EDJ} (mm ²)	S _{cervix} (mm ²)	%DPvol (%)	
UI1	Baume Bourbon	4	190,40	65,87	118,45	6,07	124,53	123,72	33,53	65,40	
	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2*	240,39 ± 41,83	96,59 ± 23,41	135,72 ± 21,55	8,08 ± 3,72	143,80 ± 23,39	150,46 ± 23,15	35,50 ± 4,65	60,13 ± 5,49
	(n=7)	min-max		185,62-293,6	53,68-128,85	106,32-170,25	1,52-12,37	113,87-178,86	113,59-172,52	28,43-42,52	54,39-71,08
	Mykolas	$\bar{m} \pm sd$	3*	263,91 ± 13,61	95,70 ± 8,65	159,99 ± 22,61	8,21 ± 0,76	168,21 ± 22,19	156,22 ± 8,31	35,28 ± 2,47	63,56 ± 5,27
	(n=3)	min-max		248,34-273,57	88,35-105,22	134,58-177,88	7,34-8,76	143,11-185,23	146,63-161,41	32,43-36,72	57,63-67,71
UI2	Germignac	3	112,59	45,36	65,99	1,24	67,23	69,19	17,68	59,72	
	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2*	143,08 ± 29,11	67,58 ± 16,64	72,38 ± 13,19	3,11 ± 1,37	75,50 ± 14,22	97,39 ± 16,13	22,07 ± 3,08	53,11 ± 4,64
	(n=7)	min-max		103,76-188,24	39,39-90,15	57,39-94,35	1,08-4,99	59,71-98,09	73,91-124,10	17,50-25,74	46,50-62,04
	Mykolas	$\bar{m} \pm sd$	2*	151,41 ± 1,36	62,93 ± 3,56	84,85 ± 3,46	3,64 ± 0,39	88,48 ± 3,83	106,14 ± 3,24	25,74 ± 0,34	58,43 ± 2,39
	(n=3)	min-max		150,01-152,73	58,83-65,11	81,76-88,59	3,40-4,09	85,16-92,68	103,43-109,72	25,35-25,96	56,77-61,17
UC	Pendimoun	4	222,36	62,03	157,29	3,03	160,32	108,70	43,56	72,10	
	Germignac	3	163,89	79,43	83,27	1,19	84,45	90,48	29,96	51,53	
	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2*	256,01 ± 23,32	119,69 ± 11,23	130,44 ± 13,48	5,88 ± 2,25	136,32 ± 15,26	127,86 ± 3,87	33,62 ± 2,66	53,20 ± 2,39
	(n=4)	min-max		221,11-269,66	105,46-132,73	111,73-143,73	3,93-8,01	115,65-151,02	122,56-131,61	30,29-36,76	50,42-56,00
	Mykolas	3	280,56	101,17	171,66	7,74	179,40	138,60	40,32	63,94	
	La Lède du Gurgp	3	312,29	112,72	195,71	3,86	199,57	152,585	43,34	63,91	
	Auneau	1	191,46	103,36	85,66	2,44	88,10	100,53	27,58	46,02	
	Auneau	1	286,45	145,18	136,56	4,71	141,27	129,62	42,23	49,32	
UP3	Pendimoun	3	183,39	71,41	110,57	1,42	111,98	99,32	32,81	61,06	
	Baume Bourbon	2	247,77	125,50	118,52	3,75	122,27	116,57	35,80	49,35	
	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2*	242,98 ± 28,36	131,35 ± 7,32	108,33 ± 20,85	3,29 ± 1,48	111,63 ± 21,99	113,70 ± 14,38	32,23 ± 3,68	45,64 ± 3,80
	(n=4)	min-max		215,52-282,73	125,52-141,78	85,95-136,17	1,68-4,78	88,37-140,95	98,68-132,46	27,21-35,73	41,00-49,85
	Mykolas	2	225,71	107,67	112,93	5,11	118,04	116,20	31,04	52,30	
	La Lède du Gurgp	3	282,08	123,17	157,46	1,44	158,91	136,839	44,84	56,33	
	Auneau	1	195,36	113,33	80,44	1,59	82,03	91,24	26,02	41,99	
	Auneau	1	318,88	169,34	144,27	5,27	149,54	121,33	39,07	46,90	

(suite)	Site	Usure	Cvol (mm ³)	Evol (mm ³)	Dvol (mm ³)	Pvol (mm ³)	DPvol (mm ³)	S _{EDJ} (mm ²)	S _{cervix} (mm ²)	%DPvol (%)	
UP4	Pendimoun	4	198,22	75,50	121,24	1,49	122,72	101,18	38,13	61,91	
	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2*	245,83 ± 33,40	135,40 ± 17,33	107,93 ± 14,97	2,51 ± 1,62	110,44 ± 16,46	111,70 ± 9,86	33,39 ± 3,86	44,88 ± 1,13
	(n=3)	min-max		216,10-281,97	118,26-152,91	95,98-124,71	1,33-4,35	97,84-129,07	104,52-122,94	28,94-35,85	43,61-45,77
	Mykolas	2	241,30	121,74	115,43	4,13	119,56	116,11	33,42	49,55	
	La Lède du Gurp	3	289,29	131,11	155,22	2,96	158,18	135,165	40,71	54,68	
	Auneau	1	210,68	135,13	73,70	1,86	75,55	82,76	28,76	35,86	
	Auneau	1	290,26	168,32	119,07	2,87	121,93	110,92	39,21	42,01	
UM1	Les Bréguières	2	581,43	265,30	303,74	12,40	316,14	225,89	90,32	54,37	
	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2*	477,11 ± 50,99	228,05 ± 35,67	238,44 ± 18,15	10,62 ± 4,80	249,06 ± 16,76	189,50 ± 9,00	74,83 ± 3,29	52,40 ± 2,65
	(n=5)	min-max		425,97-543,65	192,09-270,40	219,40-262,66	2,90-14,83	233,87-273,25	178,93-202,77	69,55-77,76	50,26-55,67
	Mykolas	3	525,70	214,36	299,32	12,02	311,34	215,67	84,10	59,22	
	La Lède du Gurp	2	503,26	212,33	287,41	3,51	290,92	211,668	88,85	57,81	
	Auneau	1	391,02	200,52	184,30	6,21	190,50	153,79	63,48	48,72	
	Auneau	2	592,36	303,24	274,83	14,29	289,12	204,01	80,00	48,81	
UM2	Pendimoun	4	320,60	129,43	190,78	0,39	191,17	143,60	80,34	59,63	
	Les Bréguières	1	524,37	261,66	215,11	47,60	262,71	192,51	86,94	50,10	
	Les Bréguières	1	429,80	226,82	201,21	1,77	202,98	170,12	70,91	47,23	
	Germignac	3	288,05	143,00	144,52	0,52	145,04	127,75	60,92	50,35	
	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2*	410,84 ± 64,89	201,27 ± 38,53	200,97 ± 50,59	8,60 ± 14,80	209,57 ± 48,64	164,07 ± 21,30	74,72 ± 24,55	50,85 ± 6,80
	(n=22)	min-max		279,20-565,30	127,33-268,09	140,97-249,34	0,34-66,47	142,87-352,89	131,06-214,90	54,37-176,03	41,04-69,07
	Mykolas	$\bar{m} \pm sd$	2*	348,45 ± 37,27	169,87 ± 14,96	175,23 ± 23,10	3,35 ± 2,69	178,58 ± 25,03	148,54 ± 14,90	62,94 ± 5,38	51,15 ± 2,38
(n=4)	min-max		317,64-402,69	150,29-186,60	162,31-209,84	1,04-6,26	164,86-216,10	137,68-170,54	56,89-70,00	48,82-53,66	
UM3	La Lède du Gurp	2	409,72	208,13	201,59	0,01	201,60	167,252	81,29	49,20	
	Auneau	1	345,79	193,42	147,72	4,65	152,37	131,68	28,61	44,06	
	Auneau	1	547,16	304,91	232,52	9,73	242,24	181,78	82,64	44,27	
	Pendimoun	3	284,49	123,09	160,72	0,68	161,40	135,03	64,60	56,73	
	Germignac	2	228,78	124,76	103,95	0,06	104,01	108,16	54,01	45,46	
	Mykolas	1	354,20	175,28	172,46	6,46	178,92	146,35	59,11	50,51	
	Mykolas	2	269,62	139,11	129,63	0,87	130,51	119,30	48,74	48,40	
La Lède du Gurp	2	343,31	172,43	170,42	0,46	170,87	142,798	65,75	49,77		

Voir le **TABLEAU 5.26** pour la légende des abréviations.* Moyenne des degrés d'usure (Molnar 1971a). \bar{m} = moyenne ; sd = écart-type ; min = minimum ; max = maximum

Les mesures surfaciques et volumiques 3D dents permanentes inférieures néolithiques sont présentées dans le **TABLEAU 5.31**. Pour l'ensemble des variables mesurées, les valeurs sont les plus faibles pour la LI1 (sauf le volume de la pulpe) et les plus fortes pour les LM1 (sauf le volume de l'émail). En moyenne, une augmentation antéropostérieure des volumes et des surfaces est observée entre les incisives et entre les prémolaires, les canines présentant des valeurs supérieures aux prémolaires (**TABLEAU 5.31**). En revanche, une diminution est constatée entre les molaires. En effet, les relations intra-arcades suivantes sont observées : LI1 < LI2 < LP3 < LP4 < LC < LM3 < LM2 < LM1. Aussi, le pourcentage de dentine et de pulpe dans la couronne est le plus élevé pour les LI1 et les LI2 (55,7 % en moyenne) et le plus faible pour les LP4 (45 % environ).

Pour les dents permanentes inférieures néolithiques, les variabilités intra- et intersites sont relativement élevées, en particulier pour les molaires (**FIGURE 5.31**). Les volumes d'émail et les volumes de dentine et de pulpe peuvent, en effet, passer du simple au double pour les LM1 et les LM2. Pour les volumes de l'émail, les LM1 et LM2 de l'individu de Germignac présentent les valeurs les plus faibles, alors que les volumes les plus forts sont mesurés à Auneau. En revanche, pour le volume de dentine et de pulpe, les valeurs minimales et maximales sont trouvées entre les deux individus immatures d'Auneau pour les LM1, et entre Germignac et un individu de Gurgy pour les LM2.

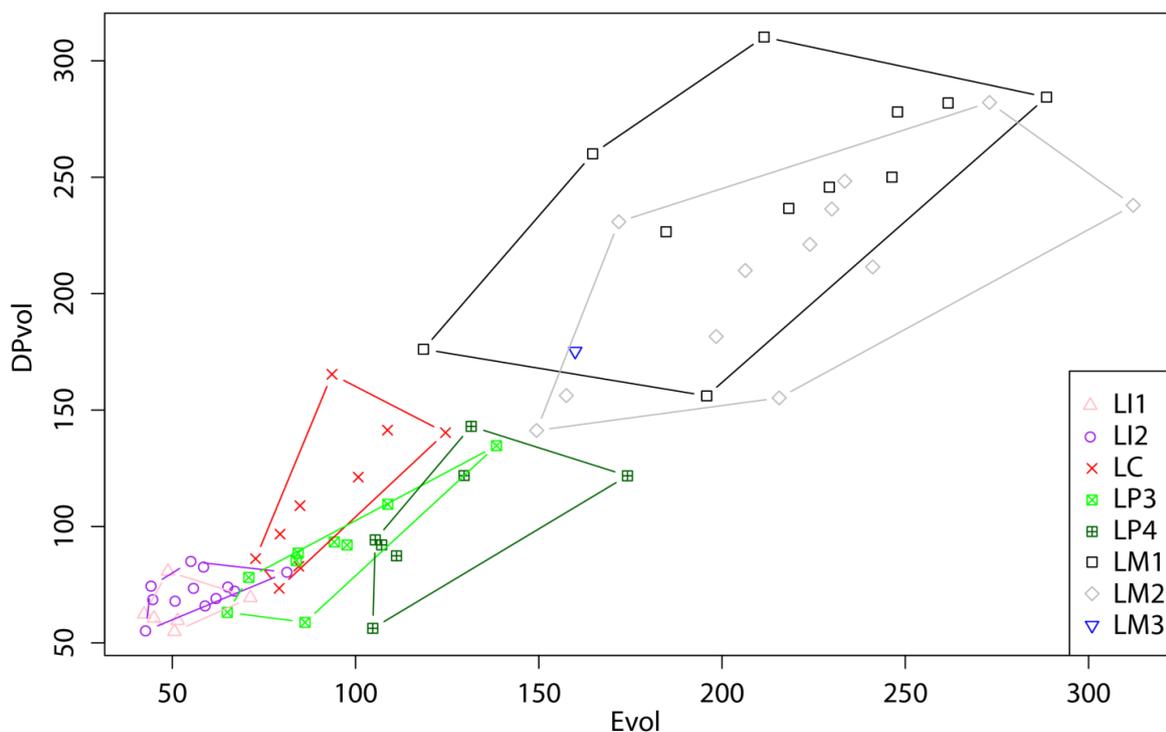


Figure 5.31. Comparaison des volumes d'émail (Evol) et des volumes de dentine et de pulpe coronaire (DPvol) pour les dents permanentes inférieures datées du début du Néolithique.

Tableau 5.31. Mesures surfaciques et volumiques 3D pour les dents permanentes inférieures datées du début du Néolithique.

(suite)	Site		Usure	Cvol (mm ³)	Evol (mm ³)	Dvol (mm ³)	Pvol (mm ³)	DPvol (mm ³)	S _{EDJ} (mm ²)	S _{cervix} (mm ²)	%DPvol (%)
LI1	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2*	106,69 ± 2,95	47,35 ± 4,41	56,37 ± 3,43	2,98 ± 0,60	59,35 ± 3,22	85,92 ± 4,63	18,35 ± 0,73	55,66 ± 3,44
	(n=4)	min-max		104,69-111,08	42,33-51,49	51,50-59,01	2,10-3,35	54,84-62,36	79,29-89,42	17,60-19,29	52,02-59,57
	Mykolas		3	129,52	48,82	77,34	3,37	80,71	96,81	19,38	62,31
	Auneau		1	140,71	71,31	66,63	2,78	69,41	100,57	20,88	49,33
LI2	Baume Bourbon		1	139,23	67,00	68,10	4,12	72,23	51,88	94,74	21,12
	Les Bréguières		3	140,03	55,06	80,74	4,23	84,97	101,15	20,21	60,68
	Les Bréguières		1	141,06	58,50	80,21	2,36	82,56	106,94	23,68	58,53
	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2*	123,43 ± 14,27	54,78 ± 9,33	65,03 ± 7,60	3,61 ± 1,65	68,65 ± 7,39	91,27 ± 9,35	19,83 ± 2,96	55,77 ± 3,86
	(n=6)	min-max		97,83-139,14	42,67-65,16	52,90-72,50	1,83-6,33	55,16-74,33	77,11-104,17	14,08-22,09	52,74-62,71
	Mykolas		3	118,68	50,74	65,57	2,38	67,94	93,91	22,13	57,25
	Mykolas		4	113,28	44,66	66,90	1,72	68,62	82,53	21,74	60,58
	Auneau		1	161,58	81,27	77,76	2,56	80,32	98,87	24,24	49,71
LC	Baume Bourbon		1	167,43	84,51	78,97	3,95	82,92	49,52	102,13	29,11
	Les Bréguières		1	258,91	93,57	156,72	8,63	165,35	143,34	40,18	63,86
	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	1*	201,77 ± 41,78	90,41 ± 17,09	106,46 ± 23,76	4,91 ± 1,49	111,37 ± 24,80	119,27 ± 11,38	29,85 ± 5,47	55,07 ± 1,01
	(n=4)	min-max		158,92-250,10	72,73-108,73	82,76-136,08	3,43-6,83	86,19-141,37	108,00-131,99	23,31-36,43	54,23-56,53
	Mykolas		2	193,78	84,84	105,64	3,31	108,94	119,44	32,84	56,22
	Auneau		1	152,59	79,16	72,61	0,83	73,44	94,54	25,42	48,13
	Auneau		1	264,83	124,55	134,74	5,54	140,28	120,24	35,42	52,97
LP3	Baume Bourbon		1	189,74	97,68	86,51	5,54	92,06	48,52	93,96	26,30
	Les Bréguières		2	187,54	94,20	89,44	3,90	93,34	100,00	24,92	49,77
	Germignac		2	128,13	65,00	62,64	0,49	63,13	73,67	21,29	49,27
	Gurgy		2	218,33	108,80	105,87	3,65	109,53	108,29	27,73	50,17
	Gurgy		1	169,14	83,82	81,36	3,96	85,32	92,13	23,79	50,44
	Mykolas		3	149,00	70,89	76,03	2,08	78,11	88,42	23,79	52,42
	Mykolas		1	172,90	84,35	86,22	2,32	88,54	95,34	29,19	51,21
	Auneau		1	145,05	86,22	58,37	0,46	58,83	68,35	23,42	40,56
	Auneau		1	273,16	138,46	130,28	4,43	134,71	115,83	35,55	49,31

(suite)	Site	Usure	Cvol (mm ³)	Evol (mm ³)	Dvol (mm ³)	Pvol (mm ³)	DPvol (mm ³)	S _{EDJ} (mm ²)	S _{cervix} (mm ²)	%DPvol (%)	
LP4	Baume Bourbon	2	274,55	131,55	136,86	6,13	142,99	52,08	122,85	35,12	
	Baume Bourbon	1	198,58	111,18	80,84	6,56	87,40	44,01	96,43	26,59	
	Gurgy	2	251,48	129,62	116,55	5,31	121,86	112,98	30,89	48,46	
	Gurgy	1	199,63	105,37	90,30	3,96	94,26	99,34	27,84	47,22	
	Mykolas	2	199,21	107,12	90,64	1,46	92,10	98,66	31,41	46,23	
	Auneau	1	160,93	104,69	54,20	2,04	56,24	64,63	24,91	34,95	
	Auneau	1	295,94	174,18	117,75	4,01	121,76	111,17	37,72	41,14	
LM1	Baume Bourbon	3	521,66	211,45	299,67	10,54	310,22	59,47	214,87	86,79	
	Baume Bourbon	2	475,02	229,27	227,65	18,10	245,75	51,73	188,21	71,72	
	Germignac	4	294,65	118,53	174,80	1,32	176,12	138,72	61,31	59,77	
	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2*	483,89 ± 61,76	228,12 ± 34,14	242,99 ± 32,72	12,79 ± 6,02	255,78 ± 28,28	192,16 ± 11,90	76,75 ± 8,10	52,96 ± 1,49
	(n=4)	min-max		411,30-543,56	184,72-261,67	214,00-275,33	6,56-20,97	226,58-281,89	181,37-202,60	69,53-87,55	51,86-55,09
	Mykolas	2	496,38	246,35	249,22	0,81	250,03	193,95	83,40	50,37	
	Mykolas	3	424,75	164,69	255,68	4,37	260,05	185,27	78,84	61,23	
	Auneau	2	351,90	195,82	153,74	2,35	156,08	139,69	68,89	44,35	
Auneau	2	572,90	288,53	276,98	7,39	284,37	207,73	84,61	49,64		
LM2	Baume Bourbon	2	481,77	233,46	245,38	2,93	248,31	51,54	190,60	84,82	
	Baume Bourbon	1	416,26	206,32	186,63	23,31	209,94	50,43	161,15	63,00	
	Les Bréguières	2	466,26	229,93	227,99	8,34	236,33	179,33	62,17	50,69	
	Germignac	2	290,62	149,40	139,81	1,42	141,22	126,16	55,31	48,59	
	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	1*	458,17 ± 72,35	234,10 ± 31,29	216,03 ± 37,55	8,05 ± 5,43	224,08 ± 42,19	174,12 ± 19,08	68,83 ± 6,55	48,76 ± 1,84
	(n=4)	min-max		379,97-555,06	198,38-272,96	180,25-268,90	1,34-13,20	181,59-282,10	150,57-197,16	64,78-78,62	46,73-50,82
	Mykolas	2	313,73	157,50	150,30	5,93	156,23	134,15	53,81	49,80	
	Mykolas	2	402,66	171,82	228,11	2,74	230,84	177,90	70,23	57,33	
Auneau	1	370,80	215,58	152,02	3,20	155,22	136,58	68,51	41,86		
Auneau	1	550,10	312,17	235,95	1,99	237,93	182,63	82,49	43,25		
LM3	Auneau	4	335,19	159,92	175,05	0,21	175,26	123,12	67,55	52,29	

Voir le **TABLEAU 5.26** pour la légende des abréviations.

* Moyenne des degrés d'usure (Molnar 1971a). \bar{m} = moyenne ; sd = écart-type ; min = minimum ; max = maximum.

Pour les dents permanentes du début du Néolithique, les mesures linéaires et surfaciques 2D sont présentées dans le **TABLEAU 5.32** pour les dents supérieures et dans le **TABLEAU 5.33** pour les dents inférieures. Les UI2 et les LI1 présentent majoritairement les mesures linéaires et surfaciques les plus faibles, les UM1 montrent quant à elles les valeurs les plus élevées. De plus, les variabilités intra- et intersites entre les types de dents sont plus fortes en 2D qu'en 3D (**FIGURE 5.32**), et de ce fait, il n'y a pas de tendances intra-arcades clairement identifiables pour les dents supérieures ni pour les dents inférieures à partir des variables 2D.

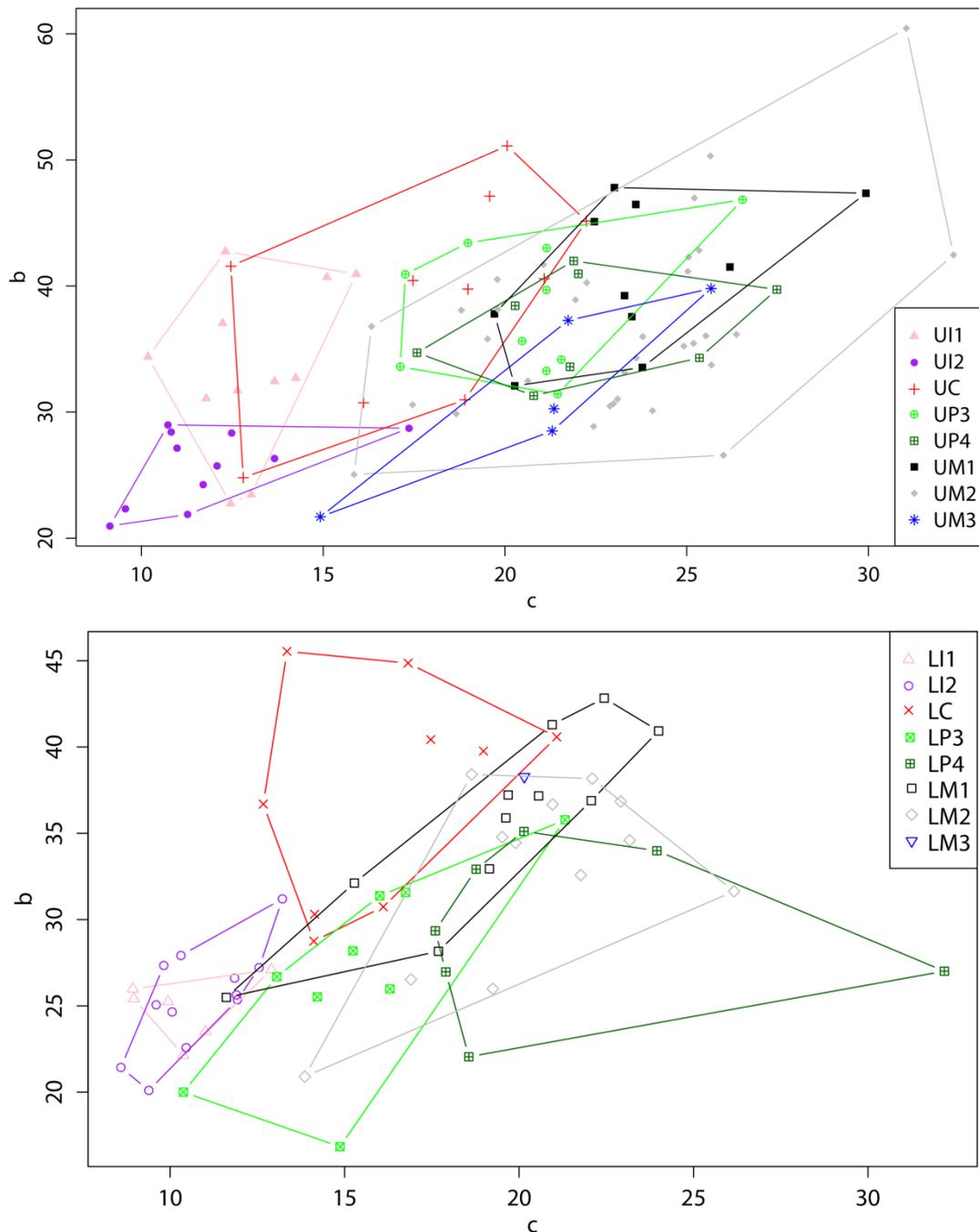


Figure 5.32. Comparaison des surfaces d'émail (c) et des surfaces de dentine et de pulpe coronaire (b) pour les dents permanentes supérieures (en haut) et inférieures (en bas) datées du début du Néolithique.

Tableau 5.32. Mesures linéaires et surfaciques 2D pour les dents permanentes supérieures datées du début du Néolithique.

Dent	Site		Usure	a (mm ²)	c (mm ²)	b (mm ²)	e (mm)	BCD (mm)	%b (%)
UI1	Baume Bourbon		4	44,57	10,18	34,38	20,37	5,72	77,15
	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2*	45,50 ± 8,49	13,59 ± 1,52	31,91 ± 7,25	20,79 ± 2,33	6,14 ± 0,45	69,65 ± 3,69
	(n=7)	min-max		35,20-56,85	11,78-15,91	22,75-40,94	17,94-23,55	5,63-6,89	64,31-72,39
	Mykolas	$\bar{m} \pm sd$	3*	50,15 ± 4,54	12,74 ± 0,80	37,41 ± 5,16	22,09 ± 1,78	6,31 ± 0,49	74,39 ± 3,70
	(n=3)	min-max		46,11-55,06	12,23-13,66	32,44-42,74	20,20-23,73	5,83-6,81	10,36-77,63
UI2	Germignac		3	30,08	9,13	20,96	14,70	5,62	69,66
	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2*	37,95 ± 4,87	12,59 ± 2,44	25,36 ± 2,70	18,72 ± 2,02	5,70 ± 0,38	67,02 ± 2,60
	(n=7)	min-max		31,88-46,07	9,56-17,36	21,88-28,72	16,36-22,42	5,22-6,27	62,33-70,02
	Mykolas	$\bar{m} \pm sd$	2*	39,01 ± 0,82	10,84 ± 0,13	28,17 ± 0,95	19,25 ± 0,56	6,08 ± 0,30	72,19 ± 0,92
	(n=3)	min-max		38,11-39,70	10,73-10,98	27,13-28,98	18,63-19,71	5,78-6,39	71,19-72,98
UC	Pendimoun		4	54,03	12,46	41,57	18,40	8,55	76,94
	Germignac		3	37,60	12,80	24,80	15,68	7,11	65,96
	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2*	56,28 ± 6,50	18,41 ± 2,13	37,88 ± 4,77	20,76 ± 1,36	7,56 ± 0,33	67,24 ± 1,96
	(n=4)	min-max		46,84-61,66	16,11-21,08	30,74-40,58	18,78-21,66	7,25-8,03	65,61-69,83
	Mykolas		3	66,72	19,58	47,13	21,33	7,96	70,65
	La Lède du Gulp		3	71,18	20,06	51,12	23,63	8,95	71,82
	Auneau		1	49,87	18,90	30,97	19,78	6,63	62,11
	Auneau		1	67,39	22,24	45,15	21,53	8,12	67,00
UP3	Pendimoun		3	50,73	17,12	33,60	18,28	7,88	66,24
	Baume Bourbon		2	60,83	21,14	39,69	21,01	8,93	65,25
	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2*	57,22 ± 4,85	21,16 ± 0,49	36,06 ± 4,96	20,52 ± 1,33	7,73 ± 0,29	62,83 ± 3,27
	(n=4)	min-max		52,88-64,17	20,47-21,55	31,43-43,02	19,54-22,35	7,50-8,11	59,44-67,04
	Mykolas		2	58,18	17,26	40,93	21,08	7,93	70,34
	La Lède du Gulp		3	62,40	18,98	43,42	21,39	9,05	69,58
	Auneau		1	54,40	21,14	33,27	18,76	7,27	61,15
	Auneau		1	73,39	26,54	46,85	22,21	8,30	63,84

(suite page suivante)

(suite)	Site		Usure	a (mm ²)	c (mm ²)	b (mm ²)	e (mm)	BCD (mm)	%b (%)
UP4	Pendimoun		4	52,29	17,58	34,71	17,92	8,66	66,38
	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2*	56,82 ± 5,59	21,53 ± 0,66	35,29 ± 5,05	19,83 ± 0,94	7,98 ± 0,43	61,93 ± 2,71
	(n=3)	min-max		52,09-62,99	20,79-22,02	31,30-40,97	18,86-20,74	7,55-8,40	60,09-65,04
	Mykolas		2	58,72	20,28	38,44	21,94	7,91	65,47
	La Lède du Gurp		3	63,89	21,89	41,99	22,14	8,62	65,73
	Auneau		1	59,65	25,35	34,30	20,43	6,96	57,50
	Auneau		1	67,21	27,48	39,72	20,99	8,46	59,10
UM1	Les Bréguières		2	70,82	23,01	47,81	22,94	11,18	67,51
	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2	61,22 ± 4,27	23,29 ± 2,32	37,93 ± 2,91	20,92 ± 0,78	10,16 ± 0,38	61,97 ± 2,61
	(n=5)	min-max		57,23-67,71	19,71-26,19	33,54-41,51	19,95-22,03	9,60-10,65	58,52-65,72
	Mykolas		3	67,57	22,46	45,11	22,11	10,84	66,76
	La Lède du Gurp		2	70,07	23,60	46,47	20,88	10,65	66,32
	Auneau		1	52,36	20,27	32,08	18,50	9,78	61,28
	Auneau		2	77,29	29,93	47,36	22,54	11,03	61,28
UM2	Pendimoun		4	53,10	20,63	32,47	18,16	10,97	61,15
	Les Bréguières		1	67,35	25,05	42,30	20,79	11,26	62,81
	Les Bréguières		1	59,78	23,79	35,99	19,24	10,22	60,20
	Germignac		3	40,90	15,85	25,05	16,48	9,61	61,24
	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2	61,02 ± 9,57	23,52 ± 3,27	37,49 ± 7,76	19,21 ± 1,85	10,37 ± 0,65	61,14 ± 4,77
	(n=22)	min-max		48,52-91,48	16,33-31,04	26,57-60,44	16,45-24,67	9,19-11,83	50,53-69,26
	Mykolas	$\bar{m} \pm sd$	2	54,09 ± 5,25	21,35 ± 2,64	32,75 ± 4,11	18,42 ± 1,35	10,17 ± 0,70	60,51 ± 3,81
	(n=4)	min-max		48,04-60,84	17,46-23,10	30,47-38,90	17,03-20,26	9,72-11,20	57,10-63,94
	La Lède du Gurp		2	62,51	22,25	40,26	19,39	11,17	64,41
UM3	Auneau		1	56,88	18,80	38,08	18,28	10,03	66,95
	Auneau		1	74,81	32,34	42,47	20,71	10,76	56,77
	Pendimoun		3	49,79	21,30	28,50	16,28	9,56	57,23
	Germignac		2	36,61	14,92	21,69	15,10	9,61	59,25
	Mykolas		1	65,47	25,67	39,80	15,60	10,94	60,79
	Mykolas		2	51,62	21,35	30,26	18,53	9,58	58,63
La Lède du Gurp		2	59,01	21,74	37,27	18,94	10,57	63,15	

Voir le **TABLEAU 5.28** pour la légende des abréviations.* Moyenne des degrés d'usure (Molnar 1971a). \bar{m} = moyenne ; sd = écart-type ; min = minimum ; max = maximum.

Tableau 5.33. Mesures linéaires et surfaciques 2D pour les dents permanentes inférieures datées du début du Néolithique.

Dent	Site		Usure	a (mm ²)	c (mm ²)	b (mm ²)	e (mm)	BCD (mm)	%b (%)
LI1	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2*	34,15 ± 1,15	10,07 ± 0,86	24,08 ± 1,56	18,23 ± 0,44	5,73 ± 0,14	70,46 ± 2,88
	(n=4)	min-max		32,52-35,20	8,96-11,01	22,14-25,42	17,80-18,78	5,52-5,85	68,08-73,93
	Mykolas		3	34,91	8,93	25,98	18,11	5,70	74,42
	Auneau		1	40,01	12,90	27,10	19,73	6,08	67,75
LI2	Baume Bourbon		1	37,55	11,90	25,64	19,32	5,98	63,30
	Les Bréguières		3	37,16	9,82	27,34	18,08	5,97	73,58
	Les Bréguières		1	38,22	10,31	27,92	19,90	6,35	73,04
	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2*	35,46 ± 3,82	11,04 ± 1,24	24,42 ± 2,67	18,14 ± 1,33	6,02 ± 0,20	68,86 ± 1,13
	(n=6)	min-max		29,48-39,77	9,39-12,55	20,10-27,22	16,26-19,61	5,68-6,18	68,01-71,01
	Mykolas		3	34,66	9,60	25,06	18,60	6,64	72,30
	Mykolas		4	30,03	8,59	21,43	15,70	6,20	71,38
Auneau		1	44,42	13,22	31,20	20,41	6,81	70,25	
LC	Baume Bourbon		1	42,86	14,12	28,75	19,35	6,97	67,07
	Les Bréguières		1	58,89	13,35	45,54	23,06	8,64	77,33
	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	1*	50,02 ± 6,26	14,32 ± 2,04	35,70 ± 4,22	20,55 ± 1,09	7,23 ± 0,31	71,42 ± 0,51
	(n=4)	min-max		42,77-56,17	12,00-16,30	30,76-39,87	19,81-22,13	6,88-7,57	70,97-71,93
	Mykolas		2	49,36	12,67	36,69	20,83	7,51	74,33
	Auneau		1	44,45	14,14	30,31	20,07	6,70	68,18
	Auneau		1	61,68	16,82	44,86	22,50	7,98	72,74
LP3	Baume Bourbon		1	48,32	16,75	31,57	17,81	6,45	65,33
	Les Bréguières		2	43,43	15,24	28,19	17,38	6,21	64,91
	Germignac		2	30,37	10,38	20,00	13,26	6,47	65,84
	Gurgy		2	47,40	16,01	31,38	17,77	6,41	66,22
	Gurgy		1	39,75	13,06	26,69	15,68	6,26	67,14
LP3	Mykolas		3	39,74	14,22	25,52	16,58	6,06	64,22
	Mykolas		1	31,71	14,87	16,84	26,64	6,87	53,11
	Auneau		1	42,28	16,30	25,98	17,35	5,90	61,45
	Auneau		1	57,10	21,32	35,78	18,04	7,69	62,66

(suite)	Site	Usure	a (mm ²)	c (mm ²)	b (mm ²)	e (mm)	BCD (mm)	%b (%)	
LP4	Baume Bourbon	2	55,26	20,14	35,11	19,41	6,56	63,55	
	Baume Bourbon	1	44,87	17,90	26,97	16,99	5,97	60,10	
	Gurgy	2	51,68	18,77	32,92	17,69	7,00	63,69	
	Gurgy	1	46,96	17,60	29,35	17,51	6,73	62,52	
	Mykolas	2	59,20	32,19	27,01	17,72	6,92	45,63	
	Auneau	1	40,60	18,56	22,05	15,35	6,09	54,30	
	Auneau	1	57,94	23,95	33,99	18,11	7,48	58,66	
LM1	Baume Bourbon	3	65,27	22,44	42,83	20,73	8,85	65,62	
	Baume Bourbon	2	56,90	19,69	37,22	20,01	7,93	65,40	
	Germignac	4	37,11	11,61	25,49	15,03	8,14	68,71	
	Gurgy (n=4)	$\bar{m} \pm sd$	2*	58,61 ± 2,81	20,80 ± 1,01	37,81 ± 2,38	19,95 ± 0,17	8,96 ± 0,38	64,49 ± 1,54
		min-max		55,51-62,24	19,62-22,07	35,89-41,29	19,77-20,17	8,52-9,36	62,57-66,34
	Mykolas	2	52,09	19,15	32,94	18,72	9,25	63,24	
	Mykolas	3	47,40	15,28	32,12	18,62	9,51	67,77	
	Auneau	2	45,85	17,69	28,16	17,07	8,06	61,42	
LM2	Auneau	2	64,93	24,00	40,93	21,59	8,83	63,03	
	Baume Bourbon	2	60,27	22,10	38,17	19,05	9,19	63,33	
	Baume Bourbon	1	54,30	19,52	34,78	18,14	8,14	64,06	
	Les Bréguières	2	54,35	19,90	34,45	17,92	8,29	63,38	
	Germignac	2	34,76	13,86	20,90	14,73	7,79	60,13	
	Gurgy (n=4)	$\bar{m} \pm sd$	1*	55,09 ± 6,64	21,57 ± 1,84	33,52 ± 5,13	18,24 ± 1,34	8,40 ± 0,20	60,65 ± 2,63
		min-max		45,24-59,75	19,25-23,17	25,99-36,84	16,34-19,47	8,14-8,60	57,44-63,63
	Mykolas	2	43,42	16,90	26,53	16,53	7,84	61,09	
	Mykolas	2	57,05	18,64	38,41	19,76	8,88	67,32	
	Auneau	1	54,35	21,77	32,58	16,90	8,16	59,94	
LM3	Auneau	1	57,80	26,16	31,64	18,50	9,05	54,74	
	Auneau	4	58,43	20,15	38,28	17,26	8,14	65,51	

Voir le **TABLEAU 5.28** pour la légende des abréviations

* Moyenne des degrés d'usure (Molnar 1971a). \bar{m} = moyenne ; sd = écart-type ; min = minimum ; max = maximum.

Pour la fin du Paléolithique, le Mésolithique et le début du Néolithique, les moyennes des variables surfaciques et volumiques 3D sont présentées dans le **TABLEAU 5.34** pour les dents déciduales supérieures et le **TABLEAU 5.35** pour les dents déciduales inférieures.

Bien que les effectifs considérés soit faibles, il est possible de dégager des tendances. Les surfaces et les volumes mesurés pour les dents déciduales supérieures sont les plus importants pour les individus paléolithiques et présentent une réduction pour les individus mésolithiques et néolithiques (**TABLEAU 5.34**). Excepté pour les Udi1, une proximité plus importante entre les dents des individus mésolithiques et néolithiques est mise en évidence, tout particulièrement pour les Udi2, les Udc et les Udm2 (**TABLEAU 5.34 & FIGURE 5.33**). En effet, pour ces dents, les volumes de l'émail (Evol), de dentine et de pulpe (DPvol) et les pourcentages de ces derniers dans la couronne (%DPvol) se détachent clairement au Paléolithique par rapport aux valeurs des autres périodes (**FIGURE 5.33**). De plus, pour les Udi2 et les Udm2, les volumes totaux des couronnes et les volumes de l'émail sont significativement plus importants au Paléolithique qu'au Néolithique (**TABLEAU 5.36**). Aussi, le volume total de la couronne (Cvol) et la surface de la jonction émail-dentine (S_{EDI}) sont significativement supérieurs pour les Udm2 paléolithiques par rapport aux Udm2 mésolithiques ($p = 0,0222$ et $p = 0,0404$ respectivement). D'autre part, le pourcentage de dentine et de pulpe dans la couronne augmente entre la fin du Paléolithique, le Mésolithique et le début du Néolithique. En particulier, l'augmentation du %DPvol est la plus importante entre les Udi2 et les Udc paléolithiques et mésolithiques (**TABLEAU 5.34 & FIGURE 5.33**), alors que le pourcentage de dentine et de pulpe est significativement inférieur pour les Udi1 du Paléolithique par rapport à celles du Néolithique ($p = 0,0348$) (**TABLEAU 5.36**).

Pour les dents déciduales inférieures, les différences de proportions des tissus dentaires sont moins marquées entre le Paléolithique d'une part, et le Mésolithique et le Néolithique d'autre part, à l'exception du pourcentage de dentine et de pulpe dans la couronne (**TABLEAU 5.35 & FIGURE 5.33**). Ce dernier augmente au cours du temps pour toutes les dents déciduales inférieures, et les Ldm2 paléolithiques présentent un %DPvol significativement inférieur à celui des dents néolithiques ($p = 0,0348$). Pour les volumes et les surfaces mesurés, des tendances générales ne sont pas clairement identifiables pour l'ensemble des dents déciduales inférieures (**TABLEAU 5.35 & FIGURE 5.33**). En revanche, les Ldm2, pour lesquelles les effectifs par périodes sont les plus importants, montrent une réduction des volumes et des surfaces de leurs tissus coronaires. Notamment, les volumes totaux des couronnes et les volumes d'émail sont significativement supérieurs au Paléolithique qu'au Néolithique ($p = 0,0482$ et $p = 0,0165$ respectivement) (**TABLEAU 5.36**).

Tableau 5.34. Évolution des proportions des tissus dentaires en 3D pour les dents déciduales supérieures.

Dent	Période	Usure*		Cvol (mm ³)	Evol (mm ³)	Dvol (mm ³)	Pvol (mm ³)	DPvol (mm ³)	S _{EDJ} (mm ²)	S _{cervix} (mm ²)	%DPvol (%)	
Udi1	Paléo (n=5)	3	$\bar{m} \pm sd$	87,72 ± 21,84	23,62 ± 4,95	57,65 ± 14,41	6,45 ± 3,71	64,10 ± 17,55	71,12 ± 16,05	19,19 ± 4,44	72,79 ± 3,15	
			min-max	66,63-122,79	17,46-30,24	43,05-80,41	3,19-12,14	46,24-92,55	56,38-96,90	14,98-26,48	69,40-76,06	
	Méso (n=4)	3	$\bar{m} \pm sd$	93,33 ± 12,60	24,60 ± 8,76	57,88 ± 6,67	10,86 ± 5,33	68,74 ± 4,04	79,36 ± 15,08	20,78 ± 0,89	74,28 ± 6,42	
			min-max	77,54-105,41	12,88-32,67	51,89-67,32	5,42-16,62	64,66-72,74	59,75-95,73	19,70-21,64	69,00-83,40	
	Néo (n=2)	4			74,62-82,91	14,94-16,20	49,79-56,15	8,63-11,83	58,42-67,98	56,99-59,41	18,21-20,14	78,29-81,99
Udi2	Paléo (n=2)	1		57,42-68,06	22,42-26,92	27,20-42,23	3,30-3,40	30,50-45,63	53,87-60,46	11,04-16,54	53,12-67,05	
	Méso (n=2)	3		50,99-53,16	12,28-16,84	34,01-35,29	2,32-3,43	36,32-38,72	47,59-56,32	14,76-16,41	63,88-75,93	
	Néo (n=4)	3	$\bar{m} \pm sd$	48,42 ± 4,70	13,58 ± 2,51	31,89 ± 4,51	2,96 ± 1,21	34,84 ± 5,31	47,32 ± 5,26	12,61 ± 1,96	71,79 ± 5,80	
			min-max	44,73-55,21	10,46-16,05	27,62-37,97	1,86-4,53	30,88-42,51	39,83-51,93	10,58-15,16	66,39-76,99	
Udc	Paléo (n=1)	3		128,45	45,53	77,83	5,09	82,92	84,26	25,17	64,56	
	Méso (n=1)	3		93,55	28,88	60,16	4,51	64,67	74,01	19,44	69,13	
	Néo (n=4)	2	$\bar{m} \pm sd$	108,58 ± 18,35	35,01 ± 6,73	68,34 ± 10,68	5,23 ± 3,03	73,57 ± 12,08	75,92 ± 7,16	25,09 ± 1,72	67,82 ± 1,68	
			min-max	82,34-123,36	26,35-42,66	53,74-79,05	2,25-8,58	55,99-82,20	68,86-85,69	23,47-27,51	65,42-69,27	
Udm1	Paléo (n=4)	3	$\bar{m} \pm sd$	155,36 ± 17,52	51,03 ± 15,10	95,39 ± 12,26	8,94 ± 7,02	104,33 ± 8,70	91,86 ± 15,16	39,39 ± 5,54	67,55 ± 6,69	
			min-max	133,54-171,99	35,48-66,12	85,83-113,03	0,65-17,32	92,64-113,68	78,24-106,34	33,75-46,75	61,55-76,21	
	Néo (n=3)	2	$\bar{m} \pm sd$	157,37 ± 25,57	48,73 ± 13,14	96,30 ± 8,93	12,34 ± 5,70	108,64 ± 13,94	102,17 ± 20,69	35,24 ± 10,61	69,38 ± 4,12	
			min-max	127,85-172,44	34,40-60,21	87,69-105,52	5,76-15,91	93,45-120,87	80,05-121,05	23,75-44,66	64,96-73,10	
Udm2	Paléo (n=4)	2	$\bar{m} \pm sd$	357,69 ± 27,29	153,00 ± 25,53	183,36 ± 19,68	21,31 ± 9,16	204,68 ± 18,37	163,27 ± 8,11	61,04 ± 5,06	57,34 ± 5,11	
			min-max	322,96-384,81	123,24-179,49	169,21-212,50	12,59-29,93	181,80-226,77	153,74-173,47	56,46-67,23	53,36-64,79	
	Méso (n=2)	1		225,83-287,98	95,74-114,38	124,11-153,92	8,95-19,69	130,09-173,60	131,96-149,69	52,37-62,76	57,61-60,28	
	Néo (n=6)	2	$\bar{m} \pm sd$	285,24 ± 34,59	108,64 ± 20,31	157,29 ± 18,00	19,30 ± 16,88	176,60 ± 19,70	147,51 ± 16,06	54,60 ± 7,11	62,10 ± 4,32	
min-max			233,65-325,66	73,48-128,17	136,65-183,94	1,62-50,17	148,37-197,49	126,89-168,19	45,37-66,18	55,62-68,55		

Paléo = Magdalénien moyen, Magdalénien supérieur, Azilien ; Méso = Premier et Second Mésolithique ; Néo = Néolithique ancien et moyen.

Cvol = volume total de la couronne ; Evol = volume de l'émail ; Dvol = volume de dentine coronaire ; Pvol = volume de pulpe coronaire ; DPvol = volume de dentine et de pulpe dans la couronne ; S_{EDJ} = aire de la jonction émail-dentine ; S_{cervix} = aire du plan basal ; %DPvol = pourcentage du volume de dentine et de pulpe dans la couronne. \bar{m} = moyenne ; sd = écart-type ; min = minimum ; max = maximum.* Moyenne des degrés d'usure (Molnar 1971a).

Tableau 5.35. Évolution des proportions des tissus dentaires en 3D pour les dents déciduales inférieures.

Dent	Période	Usure*		Cvol (mm ³)	Evol (mm ³)	Dvol (mm ³)	Pvol (mm ³)	DPvol (mm ³)	S _{EDJ} (mm ²)	S _{cervix} (mm ²)	%DPvol (%)
Ldi1	Paléo (n=2)	4		27,87-35,46	9,64-12,14	17,05-20,20	1,18-3,13	18,23-23,32	33,29-40,17	8,58-9,90	65,41-65,77
	Néo (n=3)	3	$\bar{m} \pm sd$	36,84 ± 1,81	11,60 ± 2,28	22,66 ± 0,28	2,57 ± 0,77	25,24 ± 0,49	42,50 ± 0,70	11,01 ± 0,04	68,66 ± 4,76
			min-max	34,81-38,29	9,01-13,27	22,35-22,86	2,03-3,45	24,89-25,80	41,86-43,25	10,55-11,31	65,43-74,11
Ldi2	Paléo (n=1)	2		42,80	16,94	24,12	1,74	25,86	47,34	12,09	60,42
	Méso (n=1)	2		35,96	11,53	21,83	2,61	24,44	42,47	9,36	67,95
	Néo (n=3)	2	$\bar{m} \pm sd$	49,58 ± 3,47	17,77 ± 2,13	29,55 ± 2,13	2,25 ± 2,00	31,80 ± 3,90	49,14 ± 4,85	13,01 ± 0,23	64,06 ± 4,59
min-max			45,76-52,23	16,28-20,21	28,01-31,98	0,27-4,27	28,94-36,25	43,75-53,15	12,85-13,28	59,93-69,00	
Ldc	Paléo (n=2)	1		77,94-92,60	29,28-32,84	43,54-56,16	3,60-5,12	48,66-59,76	59,92-71,04	17,02-23,64	62,43-64,54
	Méso (n=2)	3		79,53-82,15	25,79-26,41	47,18-52,75	3,62-5,94	53,12-56,36	64,28-68,96	18,91-20,94	66,79-68,61
	Néo (n=4)	2	$\bar{m} \pm sd$	93,54 ± 9,61	31,81 ± 3,38	57,01 ± 9,10	4,72 ± 1,74	61,73 ± 8,26	68,98 ± 4,62	23,24 ± 2,25	65,87 ± 3,31
min-max			79,66-101,47	29,04-36,69	45,33-67,54	2,66-6,77	50,62-70,20	63,21-74,49	21,71-26,51	62,54-69,18	
Ldm1	Paléo (n=4)	2	$\bar{m} \pm sd$	150,33 ± 25,79	56,39 ± 15,86	82,88 ± 5,72	11,05 ± 4,76	93,94 ± 10,23	97,24 ± 14,44	32,83 ± 2,40	63,08 ± 4,66
			min-max	114,62-173,15	35,23-72,66	74,53-87,45	4,86-15,32	79,39-101,65	75,92-106,18	29,40-34,99	58,04-69,26
	Néo (n=4)	2	$\bar{m} \pm sd$	155,81 ± 15,53	48,97 ± 7,59	94,75 ± 5,00	12,09 ± 4,90	106,83 ± 9,84	103,55 ± 10,71	38,65 ± 2,55	68,65 ± 2,54
min-max			136,20-170,45	41,28-59,43	89,21-100,69	5,71-17,13	94,92-117,82	88,24-112,64	35,02-40,70	65,13-71,07	
Ldm2	Paléo (n=5)	2	$\bar{m} \pm sd$	308,36 ± 36,79	121,59 ± 27,18	172,19 ± 17,21	14,58 ± 10,08	186,77 ± 15,39	154,08 ± 17,37	52,82 ± 4,20	60,88 ± 4,70
			min-max	264,73-365,36	94,80-161,49	158,18-200,07	0,39-27,70	169,93-203,88	126,87-172,84	47,82-58,42	55,80-67,26
	Néo (n=8)	4	$\bar{m} \pm sd$	249,39 ± 51,34	84,59 ± 20,20	152,07 ± 24,16	12,73 ± 10,17	164,80 ± 32,56	136,04 ± 23,58	53,45 ± 3,26	66,23 ± 2,99
min-max			192,72-333,63	55,19-117,71	121,31-190,53	0,65-29,64	126,86-215,92	108,07-174,84	48,67-57,57	61,98-71,36	

Voir le **TABLEAU 5.34** pour la légende des abréviations. \bar{m} = moyenne ; sd = écart-type ; min = minimum ; max = maximum.

* Moyenne des degrés d'usure (Molnar 1971a).

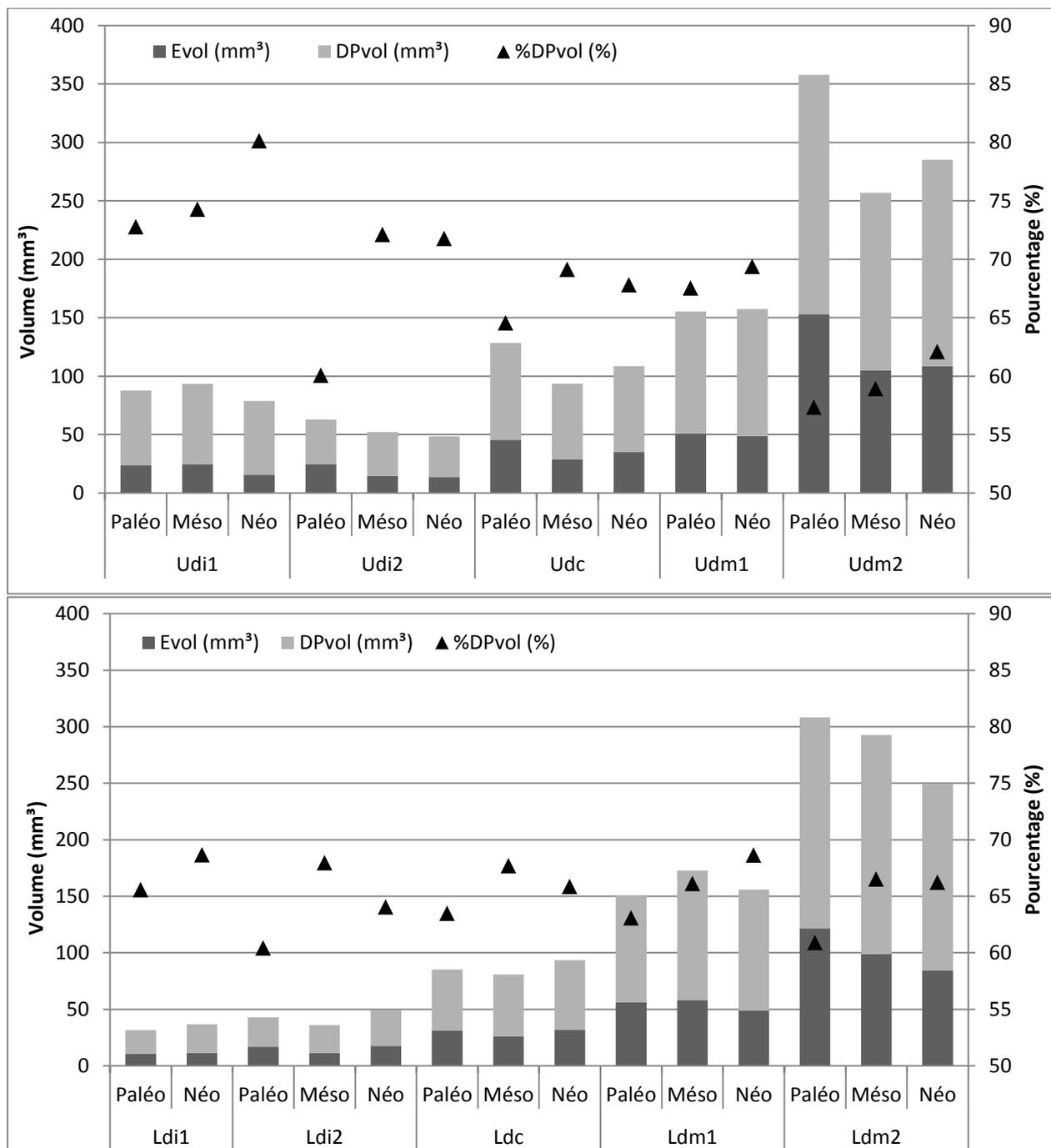


Figure 5.33. Évolution du volume de l'émail (Evol), du volume de dentine et de pulpe (DPvol) et du pourcentage de dentine et de pulpe dans la couronne (%DPvol) pour les dents déciduales supérieures (en haut) et les dents déciduales inférieures (en bas).

D'autre part, le volume de dentine (Dvol) et de l'aire du plan basal (S_{cervix}) augmentent majoritairement entre la fin du Paléolithique et le début du Néolithique. En effet, Dvol est significativement inférieur pour les individus paléolithiques que pour les individus néolithiques pour les Ldi1 ($p = 0,0428$) et les Ldm2 ($p = 0,0205$), alors que S_{cervix} des Ldm2 mésolithiques est significativement supérieur à celui des dents paléolithiques et néolithiques (TABLEAU 5.36).

Tableau 5.36. Résultats significatifs du test *t* de Student pour les mesures surfaciques et volumiques 3D entre les dents déciduales des différentes périodes.

Dents	Cvol	Evol	Dvol	DPvol	S _{EDJ}	S _{cervix}	%DPvol
Udi1							Paléo < Néo
Udi2	Paléo > Néo	Paléo > Néo					
Udm2	Paléo > Méso Paléo > Néo	Paléo > Néo		Paléo > Néo	Paléo > Méso		
Ldi1			Paléo < Néo				
Ldi2						Méso < Néo	
Ldm1			Paléo < Néo			Paléo < Néo	
Ldm2	Paléo > Néo	Paléo > Néo				Paléo < Méso Méso > Néo	Paléo < Néo

Voir les **TABLEAU 5.34** pour la légende des abréviations. Ne sont présentées que les polarités des résultats significatifs ($p < 0,05$).

Ainsi, les dents déciduales paléolithiques se différencient de celles des deux périodes plus récentes, alors que des proximités importantes sont identifiées entre les proportions des tissus des dents mésolithiques et néolithiques, notamment pour les dents déciduales supérieures. Dans l'ensemble, le volume total des couronnes et les volumes des différents tissus diminuent alors que le pourcentage de dentine et de pulpe dans la couronne augmente au cours du temps. La réduction du volume total de la couronne semble dépendre de la réduction de l'émail, plus significative que celle de la dentine et de la pulpe. Enfin, les différences les plus importantes sont observées pour les Udm2 et les Ldm2.

Pour les variables linéaires et surfaciques 2D des dents déciduales, présentées dans le **TABLEAU 5.37** pour les dents supérieures et le **TABLEAU 5.38** pour les dents inférieures, les tendances identifiées entre la fin du Paléolithique, le Mésolithique et le début du Néolithique sont globalement similaires à celles observées à partir des variables surfaciques et volumiques 3D. Une réduction des proportions des tissus dentaires est observée entre la fin du Paléolithique, le Mésolithique et le début du Néolithique pour l'ensemble des variables 2D mesurées (**TABLEAU 5.37 & 5.38**). Notamment, les surfaces de la couronne (a), de l'émail (c) et de la dentine (b) sont plus importantes au Paléolithique (**FIGURE 5.34**) et significativement supérieures aux valeurs mesurées pour la plupart des dents déciduales néolithiques (**TABLEAU 5.39**). Si, dans l'ensemble, le pourcentage de la surface de dentine et de pulpe dans la couronne (%b) augmente au cours du temps, il est le plus important au Mésolithique pour les Ldi2 et les Ldc (**FIGURE 5.34**). D'autre part, les différences sont les plus marquées pour les Udm2, pour lesquelles toutes les variables mesurées sont significativement inférieures pour les dents néolithiques par rapport aux Udm2 paléolithiques (**TABLEAU 5.39**).

Tableau 5.37. Évolution des proportions des tissus dentaires en 2D pour les dents déciduales supérieures.

Dent	Période	Usure*		a (mm ²)	c (mm ²)	b (mm ²)	e (mm)	BCD (mm)	%b (%)
Udi1	Paléo (n=5)	3	$\bar{m} \pm sd$	23,06 ± 3,65	4,31 ± 0,39	18,75 ± 3,35	13,44 ± 1,18	4,50 ± 0,49	81,10 ± 1,84
			min-max	18,90-26,97	3,81-4,88	15,09-22,53	12,37-15,23	3,88-5,13	79,55-83,95
	Mésos (n=4)	3	$\bar{m} \pm sd$	20,80 ± 2,91	3,87 ± 0,55	16,92 ± 2,39	13,89 ± 1,26	4,67 ± 0,18	81,37 ± 0,75
			min-max	16,57-23,25	3,16-4,45	13,41-18,80	12,33-15,21	4,54-4,94	80,86-82,46
	Néo (n=2)	4	$\bar{m} \pm sd$	18,54 ± 1,97	3,38 ± 0,10	15,16 ± 2,07	12,45 ± 0,20	4,36 ± 0,17	81,62 ± 2,47
			min-max	17,15-19,94	3,32-3,45	13,69-16,62	12,31-12,59	4,23-4,48	79,87-83,36
Udi2	Paléo (n=2)	1		17,32-21,31	4,45-5,51	11,82-16,87	12,38-13,03	3,90-4,42	68,20-79,13
				17,99-18,44	2,56-3,52	14,92-15,44	11,98-12,92	4,40-4,68	80,94-85,80
	Néo (n=4)	3	$\bar{m} \pm sd$	15,37 ± 1,08	3,32 ± 0,73	12,05 ± 1,04	11,46 ± 0,94	4,22 ± 0,33	78,42 ± 4,25
			min-max	13,94-16,44	2,71-4,35	11,23-13,55	10,18-12,43	3,90-4,69	72,62-82,40
Udc	Paléo (n=1)	3		25,72	7,40	18,32	13,07	5,07	71,23
				26,63	5,04	21,59	15,65	5,02	81,09
	Néo (n=4)	2.25	$\bar{m} \pm sd$	25,14 ± 3,27	5,85 ± 1,09	19,29 ± 3,32	13,01 ± 0,61	5,40 ± 0,51	76,47 ± 4,92
			min-max	20,49-28,05	4,66-7,25	15,03-22,03	12,33-13,64	4,72-5,94	71,60-82,40
Udm1	Paléo (n=4)	2.67	$\bar{m} \pm sd$	35,24 ± 3,96	8,46 ± 1,05	26,78 ± 2,98	16,16 ± 1,21	7,96 ± 0,38	76,01 ± 1,01
			min-max	30,61-39,01	7,53-9,40	23,04-29,68	14,66-17,39	7,47-8,39	75,27-77,41
	Néo (n=3)	2.33	$\bar{m} \pm sd$	32,23 ± 5,34	8,72 ± 0,75	23,51 ± 6,08	15,38 ± 2,51	7,14 ± 1,27	72,10 ± 7,66
			min-max	26,09-35,81	8,25-9,59	16,51-27,48	12,49-17,00	5,68-7,94	63,27-76,74
Udm2	Paléo (n=4)	2	$\bar{m} \pm sd$	50,85 ± 3,45	16,05 ± 1,70	34,80 ± 2,38	18,74 ± 0,61	9,09 ± 0,36	68,47 ± 2,13
			min-max	46,34-54,69	14,42-18,17	31,39-36,52	18,16-19,58	8,64-9,50	66,78-71,59
	Néo (n=6)	2	$\bar{m} \pm sd$	42,42 ± 3,54	12,96 ± 1,21	29,46 ± 2,84	17,15 ± 0,70	8,09 ± 0,65	69,42 ± 2,16
			min-max	39,14-48,65	10,99-14,07	27,18-34,78	16,33-18,32	6,96-8,74	67,28-72,52

a = surface totale de la couronne ; c = surface de l'émail ; b = surface de dentine et de pulpe dans la couronne ; e = longueur de la jonction émail-dentine ; BCD = diamètre bi-cervical ; %b = pourcentage de la surface de dentine et de pulpe dans la couronne.

\bar{m} = moyenne ; sd = écart-type ; min = minimum ; max = maximum.

* Moyenne des degrés d'usure (Molnar 1971a).

Tableau 5.38. Évolution des proportions des tissus dentaires en 2D pour les dents déciduales inférieures.

Dent	Période	Usure*		a (mm ²)	c (mm ²)	b (mm ²)	e (mm)	BCD (mm)	%b (%)
Ldi1	Paléo (n=2)	4		12,81-13,56	3,02-3,65	9,79-9,91	10,45-11,19	3,16-3,32	73,09-76,39
	Néo (n=3)	3	$\bar{m} \pm sd$	13,56 \pm 0,18	2,85 \pm 0,33	10,71 \pm 0,47	11,11 \pm 0,38	3,61 \pm 0,17	78,98 \pm 2,61
			min-max	12,81-13,56	3,02-3,65	9,79-9,91	10,45-11,19	3,16-3,32	76,75-81,84
Ldi2	Paléo (n=1)	2		18,46	5,08	13,38	12,52	3,85	72,47
	Méso (n=1)	2		13,73	2,75	10,98	11,12	3,47	79,97
	Néo (n=3)	2	$\bar{m} \pm sd$	16,10 \pm 1,63	4,17 \pm 0,15	11,92 \pm 1,52	11,75 \pm 0,29	4,17 \pm 0,15	73,93 \pm 2,10
			min-max	14,40-17,65	4,08-4,34	10,30-13,30	11,42-11,94	4,05-4,34	71,53-75,39
Ldc	Paléo (n=2)	1		21,45-28,57	5,14-7,39	16,30-21,17	13,78-15,07	4,72-5,25	74,12-76,01
	Méso (n=2)	3		21,91-23,24	4,46-4,85	17,45-18,39	12,40-13,76	4,64-4,94	79,13-79,66
	Néo (n=4)	2	$\bar{m} \pm sd$	24,40 \pm 2,98	5,64 \pm 0,64	18,77 \pm 2,75	13,28 \pm 0,49	5,07 \pm 0,37	76,76 \pm 2,59
			min-max	20,64-27,57	5,03-6,51	15,62-22,21	12,57-13,68	4,64-5,51	74,72-80,55
Ldm1	Paléo (n=4)	2	$\bar{m} \pm sd$	33,95 \pm 2,54	8,38 \pm 1,32	25,56 \pm 1,22	15,88 \pm 0,84	5,60 \pm 0,52	75,42 \pm 2,17
			min-max	30,38-36,39	6,53-9,66	23,85-26,74	14,69-16,64	4,97-6,04	73,47-78,52
	Méso (n=2)	2		30,55-38,19	7,57-8,87	22,98-29,33	15,08-17,60	5,58-6,69	75,21-76,79
	Néo (n=4)	2	$\bar{m} \pm sd$	32,13 \pm 1,84	7,33 \pm 0,86	24,81 \pm 1,61	15,41 \pm 0,88	6,08 \pm 0,61	77,20 \pm 2,36
			min-max	29,85-34,27	6,46-8,47	22,41-25,80	14,20-16,27	5,39-6,85	75,07-79,67
Ldm2	Paléo (n=5)	2	$\bar{m} \pm sd$	37,67 \pm 2,75	11,64 \pm 1,25	26,02 \pm 1,70	16,14 \pm 1,23	6,41 \pm 0,33	69,13 \pm 1,57
			min-max	33,97-41,07	10,45-13,43	23,52-27,63	14,55-17,48	5,91-6,83	67,29-71,53
	Méso (n=2)	3		31,06-37,49	9,96-10,17	20,89-27,52	15,14-15,40	6,69-6,91	67,25-73,42
	Néo (n=8)	4	$\bar{m} \pm sd$	34,05 \pm 4,04	9,98 \pm 1,33	24,08 \pm 3,14	15,10 \pm 1,38	6,32 \pm 0,74	70,63 \pm 2,84
			min-max	27,33-38,54	7,99-12,05	17,81-27,15	13,00-16,58	4,68-7,14	65,17-73,73

Voir le **TABLEAU 5.37** pour la légende des abréviations. \bar{m} = moyenne ; sd = écart-type ; min = minimum ; max = maximum.

* Moyenne des degrés d'usure (Molnar 1971a).

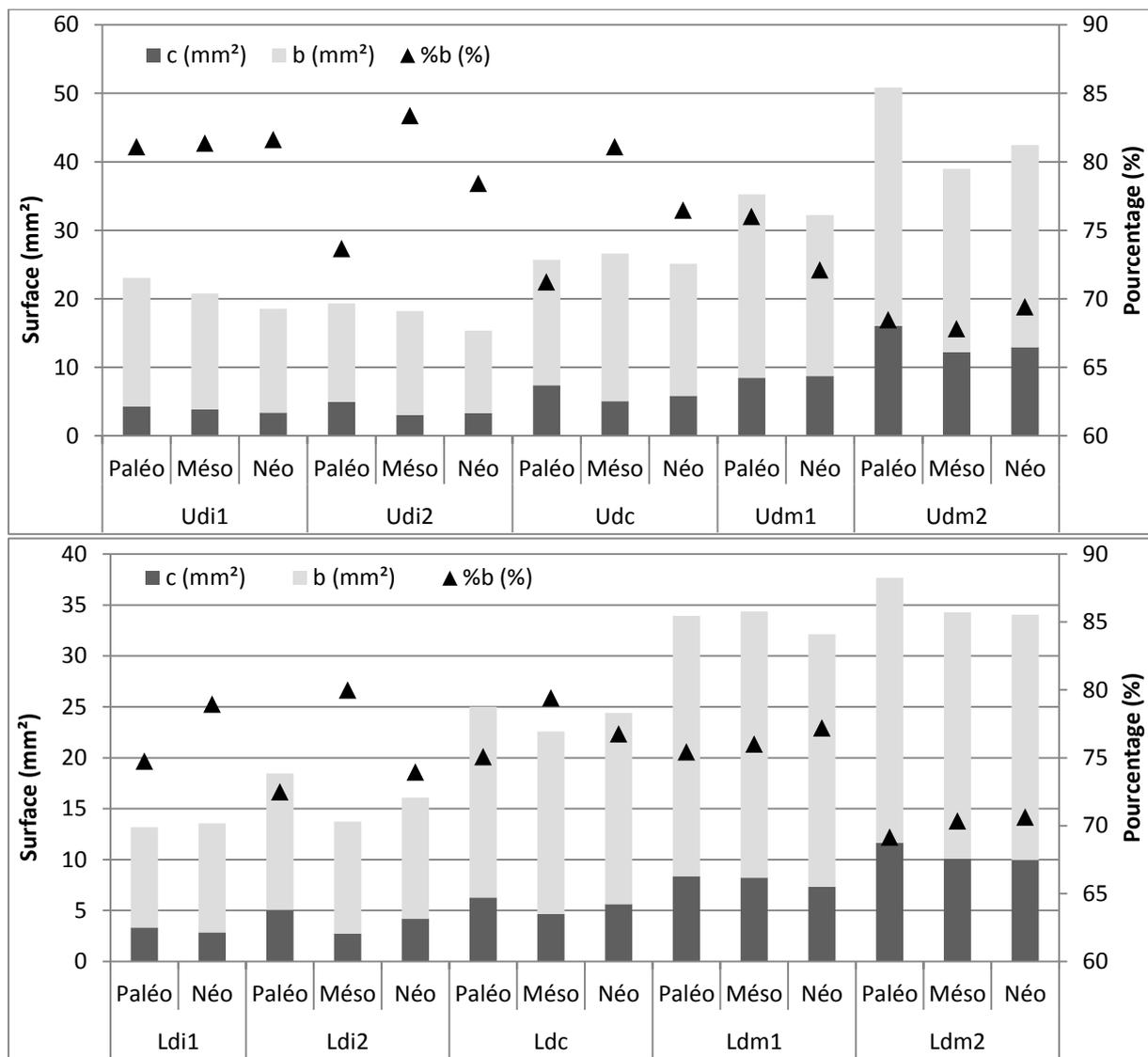


Figure 5.34. Évolution de la surface d'émail (c), de la surface de dentine et de pulpe (b) et du pourcentage de dentine et de pulpe dans la couronne (%b) pour les dents déciduales supérieures (en haut) et inférieures (en bas).

Tableau 5.39. Résultats significatifs du test *t* de Student pour les mesures linéaires et surfaciques 2D des dents permanentes des différentes périodes.

Dents	a	c	b	e	BCD	%b
Udi1		Paléo > Néo				
Udi2	Méso > Néo		Méso > Néo			
Udc				Méso > Néo		
Udm2	Paléo > Néo	Paléo > Méso Paléo > Néo	Paléo > Néo	Paléo > Néo	Paléo > Néo	
Ldc						Paléo < Méso
Ldi2		Paléo > Néo Méso < Néo				
Ldm2	Paléo > Néo					

Voir les **TABLEAU 5.37** pour la légende des abréviations. Ne sont présentées que les polarités des résultats significatifs ($p < 0,05$).

Les résultats des variables surfaciques et volumiques 3D sont présentés par périodes dans le **TABLEAU 5.40** pour les dents permanentes supérieures et le **TABLEAU 5.41** pour les dents permanentes inférieures. L'évolution des volumes d'émail, des volumes de dentine et de pulpe, et de leurs proportions dans la couronne, est illustrée dans la **FIGURE 5.35**.

Les incisives et les canines supérieures de la fin du Paléolithique possèdent des volumes et des surfaces des tissus coronaires plus importants que celles du Mésolithique et du début du Néolithique (**FIGURE 5.35**). Le volume de dentine (Dvol) et le volume de dentine et de pulpe (DPvol) des UI1 paléolithiques sont significativement supérieurs à ceux des UI1 mésolithiques ($p = 0,02764$ et $p = 0,0248$ respectivement) (**TABLEAU 5.42**). Les proportions des incisives et des canines des individus mésolithiques et néolithiques sont très proches (**TABLEAU 5.40 & FIGURE 5.35**), mais le volume de la pulpe est significativement supérieur pour les UI1 et les UI2 mésolithiques (**TABLEAU 5.42**). Enfin, si le pourcentage de dentine et de pulpe dans la couronne (%DPvol) varie peu pour les UI1 des différentes périodes, pour les UI2 et les UC, ce pourcentage est plus faible au Paléolithique qu'au Mésolithique et au Néolithique. Pour les prémolaires supérieures, très peu de différences sont observées entre les UP3 et les UP4 des individus paléolithiques et néolithiques. Dans l'ensemble, les molaires supérieures néolithiques possèdent les plus forts volumes de tissus dentaires, tandis que les molaires supérieures mésolithiques montrent les plus faibles (**TABLEAU 5.40 & FIGURE 5.35**). Le volume total de la couronne (Cvol) et le volume d'émail (Evol) sont significativement inférieurs pour les UM1 mésolithiques par rapport aux UM1 néolithiques ($p = 0,0450$ et $p = 0,0394$ respectivement) (**TABLEAU 5.42**). Par ailleurs, le %DPvol est le plus important pour les UM1 mésolithiques, et il est significativement supérieur à celui des UM1 paléolithiques ($p = 0,0360$).

Pour les dents permanentes inférieures, les LI1 et les LI2 montrent des tendances différentes (**TABLEAU 5.41 & FIGURE 5.35**). En moyenne, les LI1 du Néolithique présentent les volumes et les surfaces les plus importants alors que les incisives mésolithiques présentent les mesures les plus faibles. Notamment, le volume total de la couronne (Cvol), le volume de l'émail (Evol) et la surface de la jonction émail-dentine (S_{EDI}) sont significativement supérieurs pour les LI1 néolithiques par rapport aux LI1 mésolithiques (**TABLEAU 5.42**). En revanche, ces dernières présentent un volume d'émail significativement inférieur à celui des LI1 paléolithiques ($p = 0,0153$). Pour les LI2 mésolithiques et néolithiques, les proximités sont importantes (excepté pour S_{EDI}), avec des volumes et des surfaces globalement supérieurs à ceux des LI2 paléolithiques. Aussi, les canines mésolithiques présentent des volumes de dentine (Dvol) et de dentine et de pulpe (DPvol) significativement supérieurs à ceux des LC paléolithiques ($p = 0,0164$ et $p = 0,0039$ respectivement) (**TABLEAU 5.42**).

Tableau 5.40. Évolution des proportions des tissus dentaires en 3D pour les dents permanentes supérieures.

Dent	Période	Usure*		Cvol (mm ³)	Evol (mm ³)	Dvol (mm ³)	Pvol (mm ³)	DPvol (mm ³)	S _{EDJ} (mm ²)	S _{cervix} (mm ²)	%DPvol (%)
UI1	Paléo (n=1)	3		312,30	122,74	175,64	13,91	189,56	191,30	41,85	60,70
	Méso (n=5)	3	$\bar{m} \pm sd$	247,42 ± 40,07	102,83 ± 31,49	122,64 ± 14,29	21,95 ± 13,56	144,58 ± 11,82	149,21 ± 22,43	36,87 ± 1,64	59,18 ± 6,46
			min-max	201,46-296,54	66,70-144,77	105,90-144,61	0,00-34,79	124,90-155,40	122,81-178,20	35,50-38,96	51,18-68,44
	Néo (n=11)	3	$\bar{m} \pm sd$	242,26 ± 38,71	93,55 ± 20,69	140,77 ± 23,65	7,93 ± 2,97	148,70 ± 24,82	149,60 ± 20,40	35,26 ± 3,81	61,54 ± 5,27
			min-max	185,62-293,60	53,68-128,85	106,32-177,88	1,52-12,37	113,87-185,23	113,59-172,52	28,43-42,52	54,39-71,08
UI2	Paléo (n=1)	2		168,40	82,36	81,23	4,81	86,03	110,28	25,97	51,09
	Méso (n=2)	2		102,32-167,32	41,91-78,06	57,04-64,01	3,38-25,25	60,41-89,26	76,43-105,82	22,52-25,01	53,35-59,04
	Néo (n=11)	2	$\bar{m} \pm sd$	142,58 ± 24,95	64,29 ± 14,58	75,20 ± 12,20	3,09 ± 1,26	78,29 ± 13,16	97,22 ± 16,15	22,67 ± 3,36	55,16 ± 4,73
			min-max	103,76-188,24	39,39-90,15	57,39-94,35	1,08-4,99	59,71-98,09	69,19-124,10	17,50-25,96	46,50-62,04
UC	Paléo (n=2)	1		261,73-346,19	129,83-164,30	125,65-172,93	6,25-8,97	131,90-181,90	134,23-156,61	10,99-34,89	50,39-52,54
	Méso (n=1)	3		225,91	88,60	129,31	7,99	137,30	114,76	40,89	60,78
	Néo (n=10)	2	$\bar{m} \pm sd$	248,10 ± 46,53	108,26 ± 24,33	135,19 ± 35,38	4,65 ± 2,38	139,84 ± 36,59	123,20 ± 18,46	36,14 ± 5,96	55,96 ± 8,15
			min-max	163,89-312,29	62,03-145,18	83,27-195,71	1,19-8,01	84,45-199,57	90,48-152,59	27,58-43,56	46,02-72,10
UP3	Paléo (n=3)	2	$\bar{m} \pm sd$	239,31 ± 48,89	124,25 ± 48,89	111,38 ± 17,89	3,68 ± 0,55	115,06 ± 17,48	112,50 ± 13,50	23,67 ± 11,95	48,88 ± 8,17
			min-max	187,15-284,05	79,27-149,09	98,00-131,71	3,29-4,32	102,32-13500	103,42-128,02	9,88-31,07	41,47-57,64
	Néo (n=10)	2	$\bar{m} \pm sd$	242,51 ± 41,95	123,58 ± 24,90	115,75 ± 24,42	3,18 ± 1,62	118,93 ± 24,99	113,63 ± 14,68	33,85 ± 5,51	49,05 ± 6,26
			min-max	183,39-318,88	71,41-169,34	80,44-157,46	1,42-5,27	82,03-158,91	91,24-136,84	26,02-44,84	41,00-61,06
UP4	Paléo (n=1)	1		242,25	133,14	105,53	3,59	109,11	108,46	29,47	45,04
	Néo (n=8)	2	$\bar{m} \pm sd$	245,91 ± 37,06	129,75 ± 27,31	113,55 ± 23,79	2,60 ± 1,17	116,16 ± 24,33	110,15 ± 15,56	35,05 ± 4,46	47,33 ± 8,03
min-max			198,22-290,26	75,50-168,32	73,70-155,22	1,33-4,35	75,55-158,18	82,76-135,17	28,76-40,71	35,86-61,91	

(suite page suivante)

(suite)	Période	Usure ^a	Cvol (mm ³)	Evol (mm ³)	Dvol (mm ³)	Pvol (mm ³)	DPvol (mm ³)	S _{EDJ} (mm ²)	S _{cervix} (mm ²)	%DPvol (%)
UM1	Paléo (n=2)	1	382,97-586,35	200,31-309,19	175,42-257,21	7,24-19,95	182,65-277,16	124,72-207,84	66,33-78,39	47,27-47,69
	Méso (n=2)	2	319,20-433,04	131,17-194,02	167,85-231,19	7,82-20,18	188,04-239,02	152,41-181,90	54,52-81,91	55,20-58,91
	Néo (n=10)	2	$\bar{m} \pm sd$ 497,93 ± 67,23	233,60 ± 38,03	254,18 ± 38,68	10,15 ± 4,46	264,33 ± 39,38	195,85 ± 20,83	78,09 ± 8,27	53,09 ± 3,79
			min-max 391,02-592,36	192,09-303,74	184,30-303,74	2,90-14,83	190,50-316,14	153,79-225,89	63,48-90,32	48,72-59,72
UM2	Paléo (n=1)	1	481,88	264,96	209,10	7,82	216,92	164,88	66,15	45,01
	Méso (n=3)	2	$\bar{m} \pm sd$ 391,96 ± 57,36	176,37 ± 32,47	211,11 ± 32,41	4,48 ± 2,97	215,59 ± 33,86	168,36 ± 18,34	76,09 ± 3,16	55,02 ± 4,27
			min-max 335,72-450,38	156,11-213,82	173,71-230,98	2,71-7,91	176,53-236,56	151,85-188,11	72,99-79,30	52,52-59,95
	Néo (n=33)	2	$\bar{m} \pm sd$ 402,96 ± 71,89	199,24 ± 43,07	195,62 ± 44,85	8,10 ± 14,27	203,72 ± 45,43	161,16 ± 127,75	72,34 ± 22,17	50,55 ± 6,04
		min-max 249,20-565,30	127,97-349,34	140,97-349,34	0,01-66,47	142,87-352,89	127,75-214,90	28,61-176,03	41,04-69,09	
UM3	Méso (n=1)	1	225,72	120,69	102,49	2,54	105,03	108,93	44,72	46,53
	Néo (n=5)	2	$\bar{m} \pm sd$ 296,08 ± 52,38	146,94 ± 25,37	147,44 ± 29,74	1,71 ± 2,67	149,14 ± 31,20	130,33 ± 16,18	58,44 ± 7,17	50,18 ± 4,14
			min-max 228,78-354,20	123,09-175,28	103,95-172,46	0,06-6,46	104,01-178,92	108,16-146,35	48,74-65,75	45,46-56,73

Voir le **TABLEAU 5.34** pour la légende des abréviations.

\bar{m} = moyenne ; sd = écart-type ; min = minimum ; max = maximum.

* Moyenne des degrés d'usure (Molnar 1971a).

Tableau 5.41. Évolution des proportions des tissus dentaires en 3D pour les dents permanentes inférieures.

Dent	Période	Usure*	Cvol (mm ³)	Evol (mm ³)	Dvol (mm ³)	Pvol (mm ³)	DPvol (mm ³)	S _{EDJ} (mm ²)	S _{cervix} (mm ²)	%DPvol (%)	
LI1	Paléo (n=2)	2	99,09-115,98	49,79-55,13	46,87-57,75	2,42-3,11	49,30-60,86	75,95-88,76	14,97-17,24	49,75-52,47	
	Méso (n=4)	3	$\bar{m} \pm sd$	91,22 ± 6,58	34,37 ± 5,52	54,60 ± 4,28	2,24 ± 2,19	56,85 ± 3,29	71,13 ± 7,65	17,70 ± 1,63	62,46 ± 3,99
			min-max	83,39-99,12	27,80-40,67	49,29-59,64	0,00-4,53	52,94-60,43	64,55-81,11	16,54-20,07	58,97-66,65
	Néo (n=6)	2	$\bar{m} \pm sd$	116,17 ± 15,27	51,58 ± 10,26	61,57 ± 9,14	3,01 ± 0,50	64,58 ± 9,21	90,18 ± 7,60	18,94 ± 1,18	55,71 ± 4,90
			min-max	104,69-140,71	42,33-71,31	51,50-77,34	2,10-3,37	54,84-80,71	79,29-100,57	17,60-20,88	49,33-62,31
LI2	Paléo (n=1)	1	112,58	58,11	52,01	2,47	54,48	83,31	19,81	48,39	
	Méso (n=5)	2	$\bar{m} \pm sd$	118,61 ± 18,92	52,05 ± 15,98	62,76 ± 8,69	3,81 ± 4,10	66,57 ± 7,95	83,43 ± 8,89	21,81 ± 2,86	56,77 ± 7,27
			min-max	94,71-137,95	36,64-71,21	56,02-76,56	0,00-10,73	58,07-78,57	76,05-94,54	18,82-25,24	43,38-65,69
	Néo (n=12)	2	$\bar{m} \pm sd$	123,43 ± 14,27	54,78 ± 9,33	65,03 ± 7,60	3,61 ± 1,65	68,65 ± 7,39	91,27 ± 9,35	19,83 ± 2,96	55,77 ± 3,86
			min-max	97,83-139,14	42,67-62,16	52,90-72,50	1,83-6,33	55,16-74,33	77,11-104,17	14,08-22,09	52,74-62,71
LC	Paléo (n=2)	2	159,54-172,97	70,65-87,84	82,21-84,99	2,91-3,90	85,12-88,89	103,06-103,58	26,93-29,55	49,21-55,72	
	Méso (n=3)	2	$\bar{m} \pm sd$	175,94 ± 22,54	75,46 ± 23,14	96,63 ± 3,30	3,86 ± 2,40	100,48 ± 1,18	103,45 ± 7,21	30,28 ± 2,51	57,81 ± 8,26
			min-max	150,86-194,51	49,42-93,66	94,07-100,35	1,10-5,38	99,16-101,44	98,28-111,69	27,61-32,61	51,85-67,24
	Néo (n=9)	1	$\bar{m} \pm sd$	204,96 ± 44,79	92,03 ± 16,66	108,28 ± 29,35	4,65 ± 2,25	112,93 ± 31,28	117,42 ± 15,18	31,38 ± 5,43	54,55 ± 4,51
			min-max	152,59-264,83	72,73-124,55	72,61-156,72	0,83-8,63	73,44-165,35	94,54-143,34	23,31-40,18	48,13-63,86
LP3	Paléo (n=3)	1	$\bar{m} \pm sd$	244,04 ± 90,34	122,01 ± 35,59	119,82 ± 54,32	2,20 ± 0,75	122,02 ± 54,88	115,26 ± 36,52	31,82 ± 7,30	48,60 ± 5,75
			min-max	139,72-296,48	81,02-144,93	57,13-152,79	1,57-3,03	58,70-155,82	70,36-144,76	23,41-36,48	42,01-52,66
	Méso (n=2)	2	183,13-222,33	86,57-117,97	95,93-102,34	0,64-2,02	96,56-104,37	93,76-100,59	26,87-36,76	46,94-52,73	
	Néo (n=9)	2	$\bar{m} \pm sd$	181,44 ± 43,76	92,16 ± 21,82	86,30 ± 21,79	2,98 ± 1,76	89,28 ± 23,05	92,89 ± 15,06	26,22 ± 4,24	49,07 ± 3,40
			min-max	128,13-273,16	65,00-138,46	58,37-130,28	0,46-5,54	58,83-134,71	68,35-115,83	21,29-35,55	40,56-52,42
LP4	Paléo (n=3)	1	$\bar{m} \pm sd$	293,75 ± 18,41	163,36 ± 7,58	127,25 ± 11,17	3,14 ± 1,36	130,39 ± 12,24	120,55 ± 8,96	34,03 ± 1,05	44,34 ± 1,70
			min-max	281,81-314,96	155,64-170,78	117,85-139,60	1,86-4,58	120,82-144,18	113,15-130,51	33,30-35,24	42,47-45,78
	Méso (n=2)	2	203,26-257,86	94,28-149,34	105,15-108,13	0,89-3,38	108,53-108,99	99,48-102,85	34,49-37,53	42,09-53,62	
	Néo (n=7)	1	$\bar{m} \pm sd$	225,76 ± 48,84	123,39 ± 25,08	98,16 ± 27,60	4,21 ± 1,95	102,37 ± 28,66	100,87 ± 18,60	30,64 ± 4,62	44,87 ± 5,56
			min-max	160,93-295,94	104,69-174,18	54,20-136,86	1,46-6,56	56,24-142,99	64,63-122,85	24,91-37,72	34,95-52,08

(suite)	Période	Usure*		Cvol (mm ³)	Evol (mm ³)	Dvol (mm ³)	Pvol (mm ³)	DPvol (mm ³)	S _{EDJ} (mm ²)	S _{cervix} (mm ²)	%DPvol (%)
LM1	Paléo (n=6)	2	$\bar{m} \pm sd$	575,89 ± 71,08	269,54 ± 32,34	281,48 ± 72,29	24,86 ± 31,10	306,35 ± 56,09	214,76 ± 23,70	79,60 ± 10,81	52,96 ± 4,74
			min-max	479,29-669,60	230,32-317,24	168,10-347,83	4,52-84,46	248,96-378,43	190,75-251,65	68,87-94,04	47,07-61,31
	Méso (n=4)	2	$\bar{m} \pm sd$	497,33 ± 70,69	241,31 ± 43,73	235,44 ± 36,62	20,58 ± 13,85	256,02 ± 13,85	189,05 ± 14,64	62,42 ± 36,69	51,69 ± 2,54
			min-max	412,97-584,34	185,32-288,68	207,25-286,53	9,14-40,11	227,65-295,67	177,64-208,42	10,97-92,91	49,19-55,13
	Néo (n=11)	2	$\bar{m} \pm sd$	461,17 ± 84,90	215,19 ± 47,95	237,25 ± 45,02	8,73 ± 6,67	245,98 ± 46,43	185,19 ± 25,15	76,59 ± 8,56	53,49 ± 5,04
			min-max	294,65-572,90	118,53-288,53	153,74-299,67	0,81-20,97	156,08-310,22	138,72-214,87	61,31-87,55	44,35-61,23
LM2	Paléo (n=1)	1		482,64	268,45	204,38	9,81	214,19	169,21	58,96	44,38
	Méso (n=4)	2	$\bar{m} \pm sd$	418,50 ± 3,16	209,95 ± 5,12	188,08 ± 2,06	20,47 ± 4,01	208,55 ± 1,96	160,08 ± 1,51	61,20 ± 2,55	49,84 ± 0,84
			min-max	416,26-420,73	206,32-213,57	186,63-189,53	17,63-23,31	207-209,94	159,02-161,15	59,40-63,00	49,24-50,43
	Néo (n=12)	2	$\bar{m} \pm sd$	427,07 ± 82,34	217,71 ± 46,58	202,52 ± 41,21	6,84 ± 6,52	209,36 ± 42,77	165,42 ± 23,44	67,97 ± 9,77	49,04 ± 4,00
min-max			290,62-555,06	149,40-312,17	139,81-268,90	1,34-23,31	141,22-282,10	126,16-197,16	53,81-84,82	41,86-57,33	
LM3	Paléo (n=1)	2		382,48	205,54	172,42	4,51	176,93	150,92	59,51	46,26
	Méso (n=3)	3	$\bar{m} \pm sd$	421,18 ± 47,54	182,51 ± 41,96	233,12 ± 41,96	5,55 ± 5,15	238,67 ± 23,96	174,15 ± 11,09	62,74 ± 21,00	56,98 ± 6,69
			min-max	373,74-468,82	134,05-206,76	202,91-258,14	1,38-11,30	214,22-262,11	167,49-186,96	38,80-78,03	50,89-64,13
Néo (n=1)	4		335,19	159,92	175,05	0,21	175,26	123,12	67,55	52,29	

Voir le **TABLEAU 5.34** pour la légende des abréviations.

\bar{m} = moyenne ; sd = écart-type ; min = minimum ; max = maximum.

* Moyenne des degrés d'usure (Molnar 1971a).

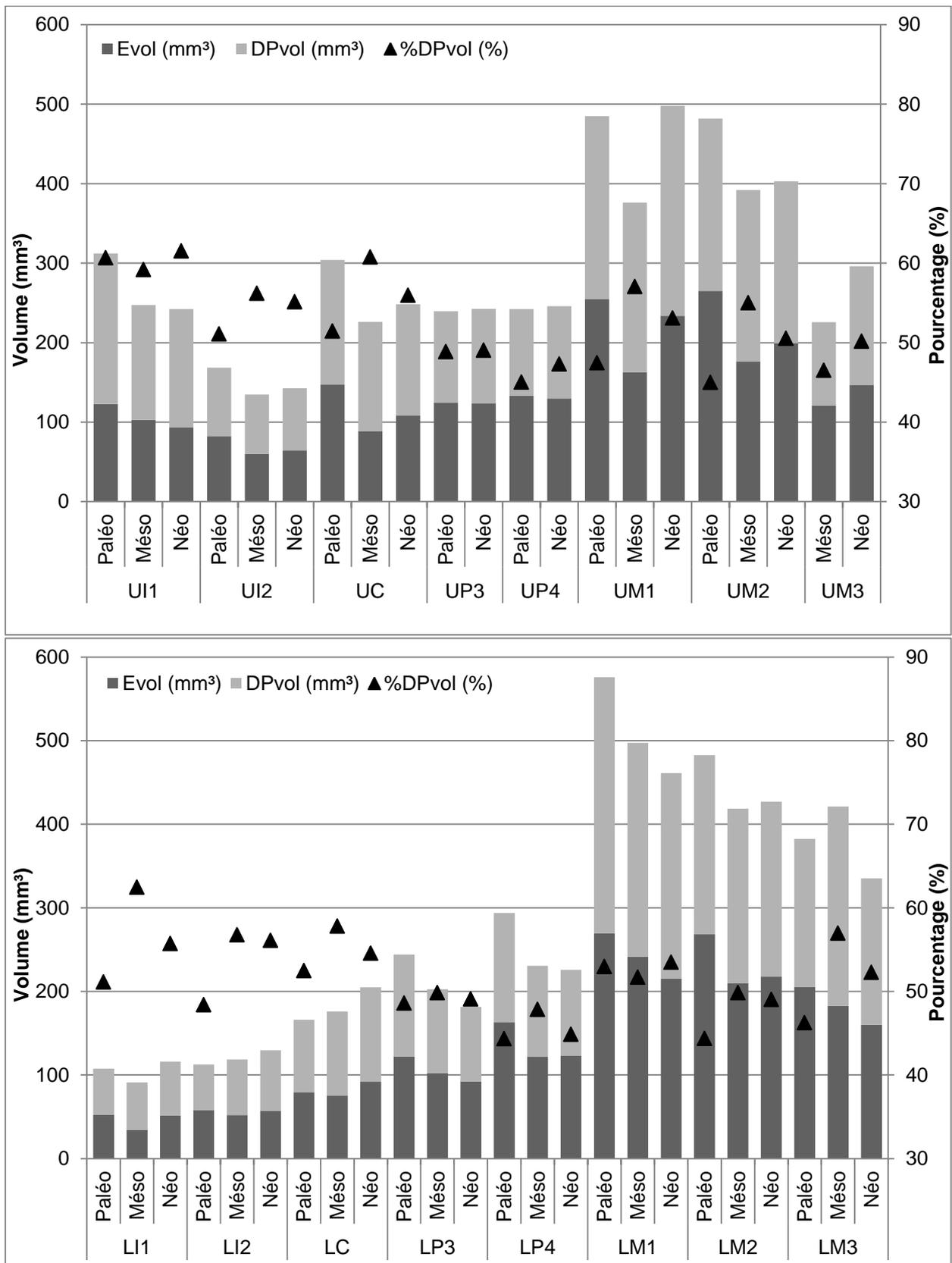


Figure 5.35. Évolution du volume d'émail (Evol), du volume de dentine et de pulpe (DPvol) et du pourcentage de dentine et de pulpe dans la couronne (%DPvol) pour les dents permanentes supérieures (en haut) et inférieures (en bas).

D'autre part, pour les dents inférieures, le pourcentage de dentine et de pulpe (%DPvol) est le plus important pour les dents antérieures mésolithiques, et il est significativement supérieur à celui des LI1 mésolithiques ($p = 0,0216$) (**TABLEAU 5.42**). Les prémolaires inférieures du Paléolithique montrent des volumes et des surfaces plus importants que les UP3 et les UP4 mésolithiques et néolithiques. Ces dernières possèdent des valeurs proches, notamment pour le volume de l'émail et le volume de dentine et de pulpe. Concernant les molaires inférieures, une réduction des volumes et des surfaces des tissus est observée au cours du temps pour les LM1 (**TABLEAU 5.41 & FIGURE 5.35**). De plus, les volumes de la couronne complète, de l'émail, de la dentine et de la pulpe, ainsi que la surface de la jonction émail-dentine sont significativement inférieurs pour les LM1 néolithiques, par rapport au LM1 paléolithiques (**TABLEAU 5.42**). Les LM2 mésolithiques et néolithiques sont relativement proches et présentent des volumes inférieurs à la LM2 du Paléolithique (**FIGURE 5.35**). Enfin, les LM3 mésolithiques possèdent des volumes et des surfaces majoritairement plus importants que la LM3 paléolithique et la LM3 néolithique.

Tableau 5.42. Résultats significatifs du test t de Student pour les mesures surfaciques et volumiques 3D des dents permanentes des différentes périodes.

Dents	Cvol	Evol	Dvol	Pvol	DPvol	S _{EDJ}	%DPvol
UI1			Paléo > Méso	Méso > Néo	Paléo > Méso		
UI2				Méso > Néo			
UM1	Méso < Néo	Méso < Néo					Paléo < Méso
LI1	Méso < Néo	Paléo > Méso Méso < Néo				Méso < Néo	Paléo < Méso
LI2							Méso < Néo
LC			Paléo < Méso		Paléo < Méso		
LP4		Paléo > Néo					
LM1	Paléo > Néo	Paléo > Néo		Méso > Néo	Paléo > Néo	Paléo > Néo	

Voir les **TABLEAU 5.34** pour la légende des abréviations. Ne sont présentées que les polarités des résultats significatifs ($p < 0,05$).

En résumé, les dents permanentes de la fin du Paléolithique possèdent majoritairement des volumes et des surfaces de tissus coronaires plus importants que celles du Mésolithique et du Néolithique, qui présentent de fortes proximités entre elles. Dans l'ensemble, une réduction des proportions des tissus dentaires est constatée, avec une diminution du volume de l'émail qui semble plus significative que celle des autres tissus. Enfin, les différences les plus marquées entre les trois périodes sont observées pour les UI1 et les UM1 pour les dents supérieures, et les LI1 et les LM1 pour les dents inférieures.

Pour les variables linéaires et surfaciques 2D, les mesures pour les dents permanentes supérieures et inférieures sont données dans le **TABLEAU 5.43** et le **TABLEAU 5.44**, respectivement. Les évolutions des surfaces de l'émail, des surfaces de la dentine et de la pulpe, et de leurs proportions dans la couronne sont illustrées dans la **FIGURE 5.36**.

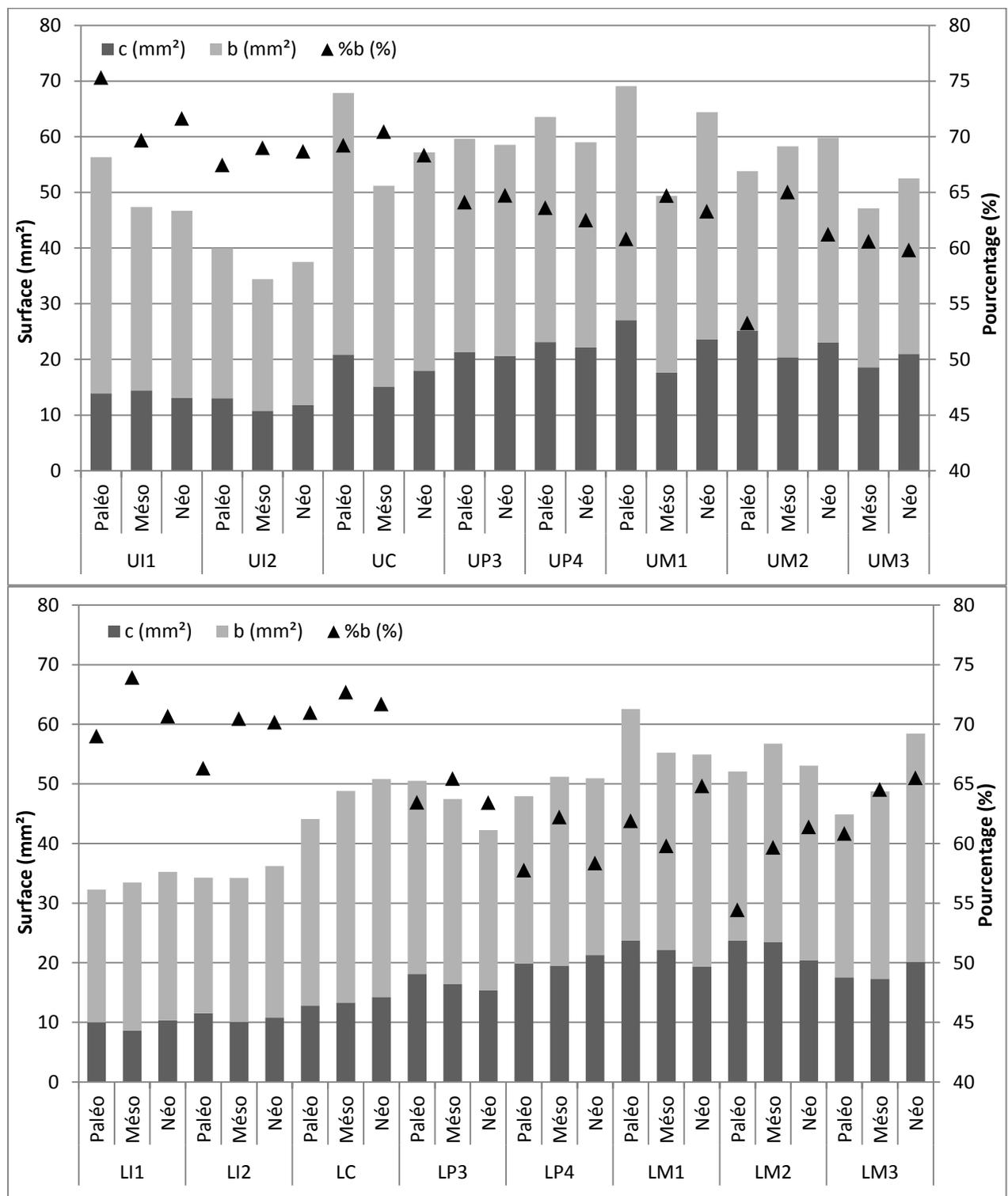


Figure 5.36. Évolution des surfaces d'émail (c), de dentine (b) et de pulpe (%b) pour les dents permanentes supérieures (en haut) et inférieures (en bas).

Tableau 5.43. Évolution des proportions des tissus dentaires en 2D pour les dents permanentes supérieures.

Dent	Période	Usure		a (mm ²)	c (mm ²)	b (mm ²)	e (mm)	BCD (mm)	%b (%)
UI1	Paléo (n=1)	3		56,35	13,91	42,44	22,79	6,86	75,32
	Méso (n=5)	3	$\bar{m} \pm sd$	47,37 ± 6,55	14,41 ± 2,79	32,96 ± 4,32	21,06 ± 2,62	6,21 ± 0,18	69,67 ± 3,00
			min-max	40,33-57,52	11,10-18,72	29,23-38,80	18,04-25,29	6,08-6,51	67,45-73,40
	Néo (n=11)	3	$\bar{m} \pm sd$	46,68 ± 7,24	13,05 ± 1,60	33,63 ± 6,58	21,11 ± 2,07	6,15 ± 0,44	71,63 ± 4,36
			min-max	35,20-56,85	10,18-15,91	22,75-42,74	17,94-23,73	5,63-6,89	64,31-77,63
UI2	Paléo (n=1)	2		39,971	13,013	26,958	18,765	5,566	67,440
	Méso (n=2)	2		29,54-39,27	8,73-12,73	20,81-26,54	15,68-18,94	5,60-5,79	67,57-70,44
	Néo (n=11)		$\bar{m} \pm sd$	37,52 ± 4,55	11,80 ± 2,24	25,73 ± 2,95	18,50 ± 2,04	5,80 ± 0,38	68,67 ± 3,15
			min-max	30,08-46,07	9,13-17,36	20,96-28,98	14,70-22,42	5,22-6,39	62,33-72,98
UC	Paléo (n=2)	1		61,47-74,25	19,53-22,11	41,94-52,14	21,44-24,17	7,16-7,94	68,22-70,22
	Méso (n=1)	3		51,21	15,13	36,08	18,40	8,39	70,45
	Néo (n=10)	2	$\bar{m} \pm sd$	57,19 ± 10,37	17,97 ± 3,29	39,22 ± 8,14	20,34 ± 2,24	7,76 ± 0,70	68,34 ± 4,14
			min-max	37,60-71,18	12,46-22,24	24,80-51,12	15,68-23,63	6,63-8,95	62,11-76,94
UP3	Paléo (n=3)	2	$\bar{m} \pm sd$	59,63 ± 8,26	21,32 ± 2,72	38,31 ± 6,68	19,77 ± 2,29	7,89 ± 0,44	64,10 ± 3,57
			min-max	51,54-68,04	18,28-23,53	33,26-45,88	17,50-22,09	7,57-8,38	60,33-67,43
	Néo (n=10)	2	$\bar{m} \pm sd$	58,58 ± 6,37	20,61 ± 2,53	37,97 ± 5,05	20,44 ± 1,33	7,96 ± 0,60	64,72 ± 3,43
			min-max	50,73-73,39	17,12-26,54	31,43-46,85	18,28-22,35	7,27-9,05	59,44-70,34
UP4	Paléo (n=1)	1		63,57	23,13	40,44	20,29	7,55	63,62
	Néo (n=8)	2	$\bar{m} \pm sd$	59,82 ± 5,59	21,53 ± 0,66	35,29 ± 5,05	19,83 ± 0,94	7,98 ± 0,43	62,50 ± 3,52
			min-max	52,09-62,99	20,79-22,02	31,30-40,97	18,86-20,74	7,55-8,40	57,50-66,38

(suite page suivante)

(suite)	Période	Usure*	a (mm ²)	c (mm ²)	b (mm ²)	e (mm)	BCD (mm)	%b (%)	
UM1	Paléo (n=2)	1	66,18-72,00	26,12-28,00	40,06-43,99	19,43-22,57	10,72-10,89	60,53-61,11	
	Méso (n=2)	2	40,45-58,29	13,26-22,05	27,19-36,23	18,16-20,21	8,72-10,69	62,17-67,23	
	Néo (n=10)	2	$\bar{m} \pm sd$	64,42 \pm 7,59	23,57 \pm 2,88	40,85 \pm 5,72	21,16 \pm 1,33	10,43 \pm 0,53	63,30 \pm 3,04
			min-max	52,36-77,29	19,71-29,93	32,08-47,81	18,50-22,94	9,60-11,18	58,52-67,51
UM2	Paléo (n=1)	1	53,84	25,17	28,67	16,34	6,83	53,25	
	Méso (n=3)	2	$\bar{m} \pm sd$	58,29 \pm 2,21	20,40 \pm 1,30	37,89 \pm 1,08	19,37 \pm 1,14	11,16 \pm 0,43	65,02 \pm 1,10
			min-max	56,15-60,57	18,94-21,44	37,21-39,13	18,60-20,68	10,72-11,57	64,18-66,27
	Néo (n=33)	2	$\bar{m} \pm sd$	59,82 \pm 9,47	23,08 \pm 3,66	36,74 \pm 7,12	19,07 \pm 1,71	10,39 \pm 0,64	61,23 \pm 4,30
		min-max	40,90-91,48	15,85-32,34	25,05-60,44	16,45-24,67	9,19-11,83	50,53-69,26	
UM3	Méso (n=1)	1	47,15	18,59	28,56	16,75	8,66	60,58	
	Néo (n=5)	2	$\bar{m} \pm sd$	52,50 \pm 10,85	21,00 \pm 3,86	31,50 \pm 7,23	16,89 \pm 1,74	10,05 \pm 0,66	59,81 \pm 2,26
			min-max	36,61-65,47	14,92-25,67	21,69-39,80	15,10-18,94	9,56-10,94	57,23-63,15

Voir le **TABLEAU 5.37** pour la légende des abréviations.

\bar{m} = moyenne ; sd = écart-type ; min = minimum ; max = maximum.

* Moyenne des degrés d'usure (Molnar 1971a).

Tableau 5.44. Évolution des proportions des tissus dentaires en 2D pour les dents permanentes inférieures.

Dent	Période	Usure*	a (mm ²)	c (mm ²)	b (mm ²)	e (mm)	BCD (mm)	%b (%)	
LI1	Paléo (n=2)	2	31,54-55,06	9,90-14,24	21,64-42,74	16,82-23,73	5,16-6,81	68,60-77,63	
	Mésos (n=4)	3	$\bar{m} \pm sd$	33,44 ± 3,56	8,63 ± 0,25	24,81 ± 3,67	16,59 ± 0,76	5,59 ± 0,25	73,93 ± 3,29
			min-max	29,19-37,69	8,34-8,95	20,24-29,07	15,81-17,60	5,30-5,90	69,34-77,13
	Néo (n=6)	2	$\bar{m} \pm sd$	35,25 ± 2,51	10,35 ± 1,49	24,90 ± 1,79	18,46 ± 0,71	5,78 ± 0,18	70,67 ± 3,09
			min-max	32,52-40,01	8,93-12,90	22,14-27,10	17,80-19,73	5,52-6,08	67,75-74,42
LI2	Paléo (n=1)	1	34,274	11,545	22,729	18,26	6,019	66,32	
	Mésos (n=5)	2	$\bar{m} \pm sd$	34,24 ± 2,65	10,08 ± 0,69	24,15 ± 3,34	16,89 ± 1,09	6,00 ± 0,61	70,46 ± 3,91
			min-max	36,95-39,70	10,73-11,70	24,25-28,98	18,17-19,71	5,52-6,39	67,45-72,98
	Néo (n=12)	2	$\bar{m} \pm sd$	36,23 ± 4,17	10,81 ± 1,43	25,43 ± 3,03	18,40 ± 1,47	6,17 ± 0,31	70,17 ± 2,04
			min-max	29,48-44,42	8,59-13,22	20,1-31,20	15,70-20,41	5,68-6,81	68,01-73,58
LC	Paléo (n=2)	2	42,99-45,23	12,21-13,40	30,78-31,82	19,01-19,40	6,46-6,53	70,36-71,59	
	Mésos (n=3)	2	$\bar{m} \pm sd$	48,81 ± 4,48	13,32 ± 2,02	35,49 ± 3,77	19,78 ± 1,13	7,39 ± 0,23	72,69 ± 3,59
			min-max	44,78-53,64	11,19-15,21	31,24-38,43	19,01-21,08	7,15-7,60	69,75-76,69
	Néo (n=9)	1	$\bar{m} \pm sd$	50,81 ± 7,15	14,26 ± 1,67	36,55 ± 6,19	20,89 ± 1,34	7,41 ± 0,61	71,70 ± 3,05
			min-max	42,77-61,68	12,00-16,82	28,75-45,54	19,35-23,06	6,70-8,64	67,07-77,33
LP3	Paléo (n=3)	1	$\bar{m} \pm sd$	50,49 ± 13,07	18,12 ± 3,12	32,38 ± 9,96	17,25 ± 2,31	7,14 ± 1,15	63,45 ± 3,91
			min-max	35,41-58,44	14,53-20,25	20,88-38,19	14,59-18,69	5,82-7,82	58,96-66,04
	Mésos (n=2)	2	46,11-48,85	14,95-17,94	30,92-31,17	16,32-16,66	6,53-7,64	63,29-67,59	
	Néo (n=9)	2	$\bar{m} \pm sd$	42,23 ± 8,29	15,35 ± 2,97	26,88 ± 5,85	17,83 ± 3,63	6,48 ± 0,53	63,43 ± 4,25
			min-max	30,37-57,10	10,38-21,32	16,84-35,78	13,26-26,64	5,90-7,69	53,11-67,14

(suite page suivante)

(suite)	Période	Usure*		a (mm ²)	c (mm ²)	b (mm ²)	e (mm)	BCD (mm)	%b (%)
LP4	Paléo (n=3)	1	$\bar{m} \pm sd$	47,91 ± 15,35	19,84 ± 5,07	28,08 ± 10,40	18,78 ± 1,14	6,82 ± 0,06	57,76 ± 4,32
			min-max	30,34-58,66	14,26-24,16	16,08-34,51	17,49-19,65	6,78-6,89	53,01-61,45
	Mésos (n=2)	2		46,14-56,24	15,89-23,14	30,25-33,10	16,72-17,88	7,00-7,15	62,21 ± 4,74
Néo (n=7)	1	$\bar{m} \pm sd$	50,93 ± 7,02	21,30 ± 5,26	29,63 ± 4,68	17,54 ± 1,22	6,68 ± 0,53	58,86-65,56	
		min-max	40,60-59,20	17,60-32,19	22,05-35,11	15,35-19,41	5,97-7,48	58,35 ± 6,51	
LM1	Paléo (n=6)	2	$\bar{m} \pm sd$	62,57 ± 5,71	23,73 ± 1,46	38,84 ± 5,08	20,55 ± 1,58	8,71 ± 0,72	61,91 ± 2,90
			min-max	55,53-69,05	21,82-25,92	32,62-45,53	19,00-23,45	7,93-9,85	58,75-65,94
	Mésos (n=4)	2	$\bar{m} \pm sd$	55,23 ± 4,89	22,18 ± 1,62	33,05 ± 3,52	18,97 ± ,09	8,69 ± 0,79	59,79 ± 1,51
			min-max	50,42-61,97	20,06-23,75	30,36-38,22	17,73-20,18	7,71-9,41	58,16-61,67
	Néo (n=11)	2	$\bar{m} \pm sd$	54,91 ± 8,68	19,37 ± 3,49	35,54 ± 5,44	19,23 ± 1,83	8,76 ± 0,55	64,83 ± 2,23
			min-max	37,11-65,27	11,61-24,00	25,49-42,83	15,03-21,59	7,93-9,51	61,42-68,71
LM2	Paléo (n=1)	1		52,07	23,72	28,35	17,93	6,72	54,44
	Mésos (n=4)	2	$\bar{m} \pm sd$	56,77 ± 10,21	23,51 ± 9,61	33,26 ± 2,41	18,24 ± 0,82	9,27 ± 0,50	59,68 ± 8,93
			min-max	49,17-70,99	15,51-37,43	30,00-35,82	17,47-19,32	8,66-9,88	47,28-68,46
	Néo (n=12)	2	$\bar{m} \pm sd$	53,06 ± 7,82	20,43 ± 3,20	32,63 ± 5,48	17,87 ± 1,47	8,41 ± 0,45	61,38 ± 3,32
min-max			34,76-60,27	13,86-26,16	20,90-38,41	14,73-19,76	7,79-9,19	54,74-67,32	
LM3	Paléo (n=1)	2		44,87	17,57	27,30	17,08	7,49	60,83
	Mésos (n=3)	3	$\bar{m} \pm sd$	48,75 ± 3,66	17,30 ± 1,85	31,44 ± 2,44	17,71 ± 1,03	10,48 ± 3,16	64,52 ± 2,34
			min-max	45,69-52,80	15,66-19,30	28,74-33,50	16,53-18,43	8,22-14,09	62,91-67,20
	Néo (n=1)	4		58,43	20,15	38,28	17,26	8,14	65,51

Voir le **TABLEAU 5.37** pour la légende des abréviations.

\bar{m} = moyenne ; sd = écart-type ; min = minimum ; max = maximum.

* Moyenne des degrés d'usure (Molnar 1971a).

Si les tendances sont globalement similaires à celles observées pour les variables 3D, quelques différences sont mises en évidence à partir des mesures 2D. Les UI1 paléolithiques possèdent des dimensions supérieures à celles des UI1 mésolithiques et néolithiques, relativement similaires entre elles (**TABLEAU 5.43**). Les proportions des UI2 et des UC paléolithiques et néolithiques sont plus proches entre elles, les incisives et les canines mésolithiques présentant majoritairement les dimensions les plus faibles (**TABLEAU 5.43 & FIGURE 5.36**). Aussi, les UM2 mésolithiques et néolithiques présentent des proximités importantes dans leurs proportions, et des différences significatives sont observées pour la surface (b) et le pourcentage de dentine et de pulpe (%b), tous deux significativement supérieurs pour les UM2 mésolithiques par rapport aux UM2 paléolithiques (**TABLEAU 5.45**). Pour les LM1, le pourcentage de la surface de dentine et de pulpe dans la couronne (%b) est significativement supérieur au Néolithique par rapport au Paléolithique ($p = 0,0112$) et au Mésolithique ($p = 0,0041$). D'autre part, le diamètre bi-cervical est la mesure qui montre le plus de différences entre les trois périodes : en majorité les diamètres bi-cervicaux des dents permanentes paléolithiques sont significativement inférieurs à ceux des dents mésolithiques (UM2, LI2, LP4 et LM2) et néolithiques (UM2, LI1 et LM2) (**TABLEAU 5.45**).

Tableau 5.45. Résultats significatifs du test *t* de Student pour les mesures linéaires et surfaciques 2D entre les dents permanentes des différentes périodes.

Dents	a	c	b	e	BCD	%b
UI1					Paléo > Més	
UM1	Més < Né	Més < Né				
UM2			Paléo < Més		Paléo < Més Paléo < Né	Paléo < Més
LI1		Paléo > Més		Més < Né	Paléo < Né	
LI2					Paléo < Més	
LP4					Paléo < Més	
LM1		Paléo > Né				Paléo < Né Més < Né
LM2					Paléo < Més Paléo < Né Més > Né	

Voir les **TABLEAU 5.37** pour la légende des abréviations. Ne sont présentées que les polarités des résultats significatifs ($p < 0,05$).

En résumé, les dents déciduales et permanentes paléolithiques se différencient des dents des deux périodes plus récentes par des mesures linéaires, surfaciques et volumiques les plus fortes. Des proximités importantes sont identifiées entre les proportions des tissus des dents mésolithiques et néolithiques. Dans l'ensemble, le volume total des couronnes et les volumes des différents tissus diminuent alors que le pourcentage de dentine et de pulpe dans la

couronne augmente au cours du temps. Ces tendances sont plus marquées pour les Udm2 et les Ldm2, concernant les dents déciduales, et pour les I1 et les M1 inférieures et supérieures, pour les dents permanentes. Majoritairement, la réduction de l'émail est plus significative que la réduction de la dentine et de la pulpe.

5.3.2. Variation et évolution de l'épaisseur de l'émail

5.3.2.1. Indices d'épaisseur de l'émail

Les variations de l'épaisseur de l'émail pour la fin du Paléolithique, le Mésolithique et le début du Néolithique, puis les tendances évolutives identifiées entre les trois périodes sont présentées. Pour les dents déciduales datées de la fin du Paléolithique, les indices d'épaisseur de l'émail calculés en 3D et en 2D sont donnés dans le **TABLEAU 5.46**. Les épaisseurs moyennes (AET) et relatives (RET) des dents déciduales paléolithiques sont les plus faibles pour les Udi1 et les Ldi1, en 3D comme en 2D, et les plus fortes pour les Udm2 et les Ldm2. Une augmentation antéropostérieure de l'épaisseur de l'émail est constatée le long des arcades supérieures et inférieures, avec les relations suivantes : $Udi1 < Udi2 < Udc < Udm1 < Udm2$ et $Ldi1 < Ldi2 < Ldc < Ldm1 < Ldm2$ (**TABLEAU 5.46 & FIGURE 5.37**).

Tableau 5.46. Épaisseurs moyennes (AET) et relatives (RET) de l'émail en 3D et en 2D pour les dents déciduales de la fin du Paléolithique.

Dent	Site	Usure	AET3D (mm)	RET3D (SD)	AET2D (mm)	RET2D (SD)
Udi1	Lafaye	3	0,35	9,01	0,30	7,77
	La Marche	3	0,31	6,90	0,32	6,81
	Peyrugues	3	0,35	8,58	0,31	6,49
	Peyrugues	3	0,34	9,56	0,32	7,79
	Troubat	4	0,31	8,12	0,36	8,62
Udi2	Lafaye	3	0,50	16,00	0,44	12,95
	Moulin Neuf	1	0,35	9,80	0,34	8,31
Udc	La Marche	3	0,54	12,39	0,57	13,22
Udm1	Lafaye	1	0,64	13,50	0,54	9,86
	Le Morin	2	0,58	12,27	0,56	10,42
	Peyrazet	2	0,52	11,40	0,48	10,02
	Rochereil	4	0,45	9,36	0,51	10,11
Udm2	Lafaye	1	1,03	17,54	0,93	15,35
	Moulin Neuf	1	1,03	17,39	0,90	15,21
	Le Morin	1	0,92	16,21	0,82	14,69
	Rochereil	3	0,76	12,48	0,77	12,79

(suite)	Site	Usure	AET3D (mm)	RET3D (SD)	AET2D (mm)	RET2D (SD)
Ldi1	Lafaye	3	0,30	10,58	0,27	8,64
	La Madeleine	4	0,29	11,00	0,35	11,09
Ldi2	La Madeleine	2	0,36	12,10	0,41	11,10
Ldc	Lafaye	1	0,49	13,39	0,37	9,24
	La Madeleine	1	0,46	11,82	0,49	10,66
Ldm1	Lafaye	1	0,68	14,72	0,54	10,64
	La Marche	3	0,46	10,80	0,44	9,10
	La Marche	1	0,59	12,67	0,54	10,56
	La Madeleine	2	0,55	11,98	0,58	11,22
Ldm2	Lafaye	1	0,93	15,87	0,79	15,02
	La Marche	3	0,75	13,49	0,69	14,18
	La Marche	2	0,79	13,81	0,71	14,17
	Le Morin	4	0,62	10,63	0,72	14,03
	La Madeleine	2	0,83	14,93	0,70	13,28

SD = sans dimension.

Les variations dans les épaisseurs de l'émail au sein et entre les différents sites paléolithiques sont présentées pour le logarithme du volume de la dentine et de la pulpe ($\log(DPvol)$) et le logarithme de l'épaisseur moyenne de l'émail en 3D ($\log(AET3D)$), correspondant en substance à la représentation graphique du RET3D (**FIGURE 5.37**). Les Udi1 sont les dents déciduales supérieures qui montrent la variabilité la plus importante pour le $\log(DPvol)$ alors que pour les Udm1 et les Udm2, les différences les plus fortes sont montrées pour le $\log(AET)$. Les Udm2 de Lafaye et de Moulin Neuf possèdent des valeurs de AET3D identiques, la Udm2 de Rochereil, plus usée, montrent des épaisseurs moyennes de l'émail plus faibles en 3D comme en 2D (**TABLEAU 5.46**). D'autre part, pour les Ldm1 et les Ldm2, la variation de l'indice RET3D dépend essentiellement des valeurs du $\log(AET3D)$, celles du $\log(DPvol)$ étant relativement similaires (**FIGURE 5.37**).

Pour les dents permanentes datées de la fin du Paléolithique, les indices d'épaisseur de l'émail en 3D et en 2D sont donnés dans le **TABLEAU 5.47**. Pour les dents permanentes paléolithiques, les épaisseurs moyennes (AET) et relatives (RET) de l'émail sont les plus faibles pour les UI1 et les plus fortes pour les UM2, pour les indices 2D comme 3D. Le long de l'arcade supérieure, une augmentation antéropostérieure de l'émail est constatée, avec majoritairement les relations suivantes : $UI1 < UI2 < UC < UP3 < UP4 < UM1 < UM2$.

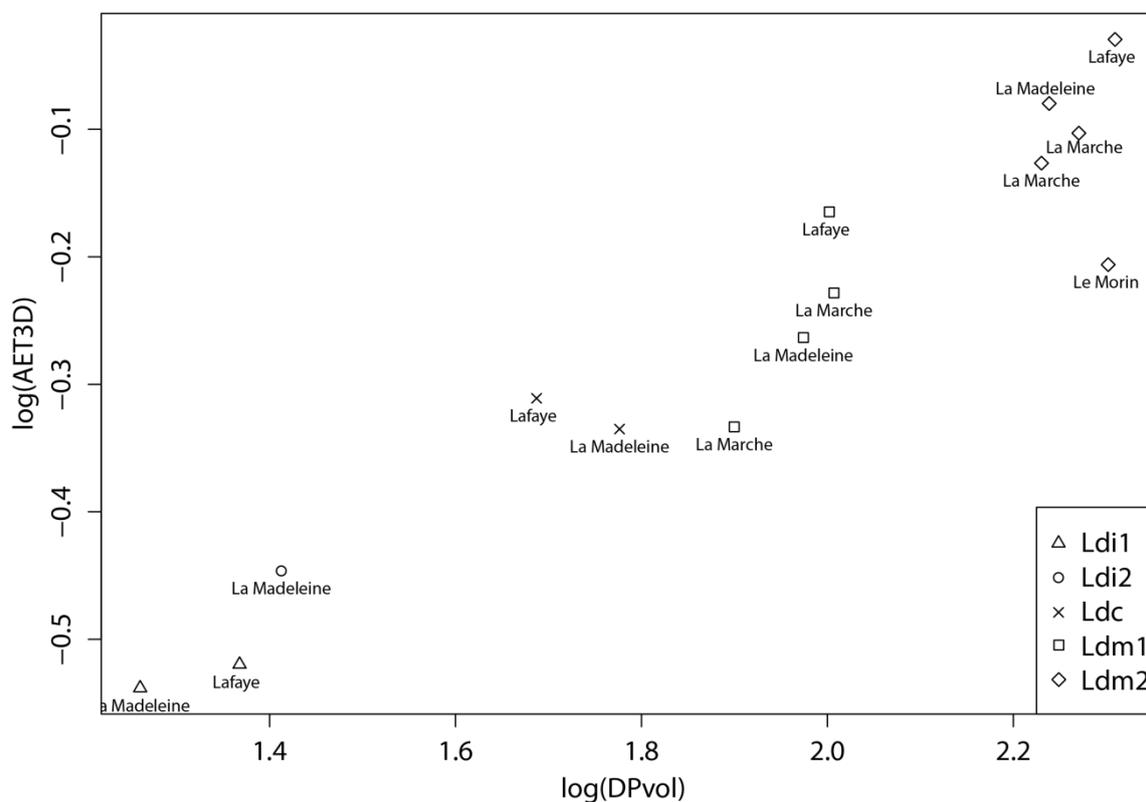
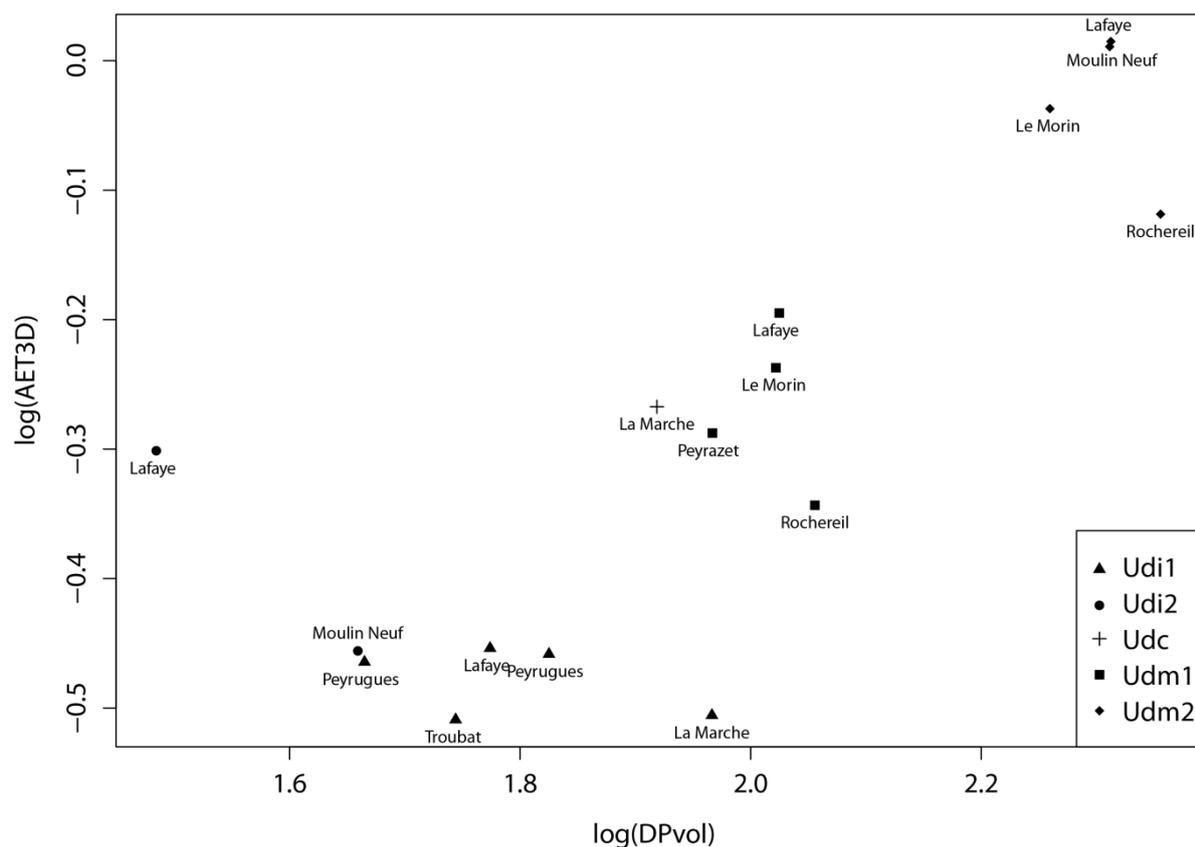


Figure 5.37. Comparaison des logarithmes du volume de la dentine et de la pulpe et de l'épaisseur moyenne de l'émail ($\log(\text{DPvol})$ vs $\log(\text{AET3D})$, représentation graphique du RET3D) pour les dents déciduales supérieures (en haut) et inférieures (en bas) de la fin du Paléolithique.

Tableau 5.47. Épaisseurs moyennes (AET) et relatives (RET) de l'émail en 3D et en 2D pour les dents permanentes de la fin du Paléolithique.

Dent	Site	Usure	AET3D (mm)	RET3D (SD)	AET2D (mm)	RET2D (SD)
UI1	La Marche	3	0,64	11,17	0,61	9,36
UI2	La Marche	2	0,75	16,92	0,69	13,36
UC	La Marche	1	0,97	19,00	0,91	14,07
	Rochereil	1	1,05	18,52	0,46	12,67
UP3	La Piscine	3	0,77	16,10	1,04	18,11
	La Marche	1	1,36	29,11	1,19	19,95
	Rochereil	1	1,16	22,70	1,00	14,81
UP4	Rochereil	1	1,23	25,69	1,14	17,92
UM1	La Marche	1	1,49	22,82	1,24	18,70
	Peyrazet	1	1,61	28,31	1,34	21,24
UM2	La Marche	1	1,61	26,75	1,54	28,78
LI1	La Marche	1	0,66	17,88	0,54	11,20
	La Marche	2	0,62	15,79	0,59	12,66
LI2	La Marche	1	0,70	18,40	0,63	13,26
LC	La Marche	1	0,85	19,38	0,64	11,58
	La Marche	3	0,68	15,28	0,69	12,25
LP3	La Marche	1	1,15	29,63	1,00	21,80
	Le Morin	1	0,97	17,98	1,05	16,97
	Le Morin	1	1,11	20,81	1,10	17,73
LP4	La Marche	1	1,45	29,26	0,73	18,09
	La Marche	1	1,31	24,96	1,26	21,42
	Le Morin	1	1,32	26,30	1,21	20,81
LM1	Lafaye	1	1,49	23,55	1,23	20,20
	La Piscine	3	0,95	13,12	1,00	14,86
	La Marche	1	1,31	20,23	1,15	19,62
	La Marche	3	1,27	18,23	1,24	19,59
	Le Morin	2	1,19	18,88	1,18	20,73
	Le Morin	2	1,40	19,78	1,14	17,38
LM2	La Marche	1	1,59	26,52	1,32	24,86
LM3	Bois Ragot	2	1,36	24,26	1,03	19,70

SD = sans dimension.

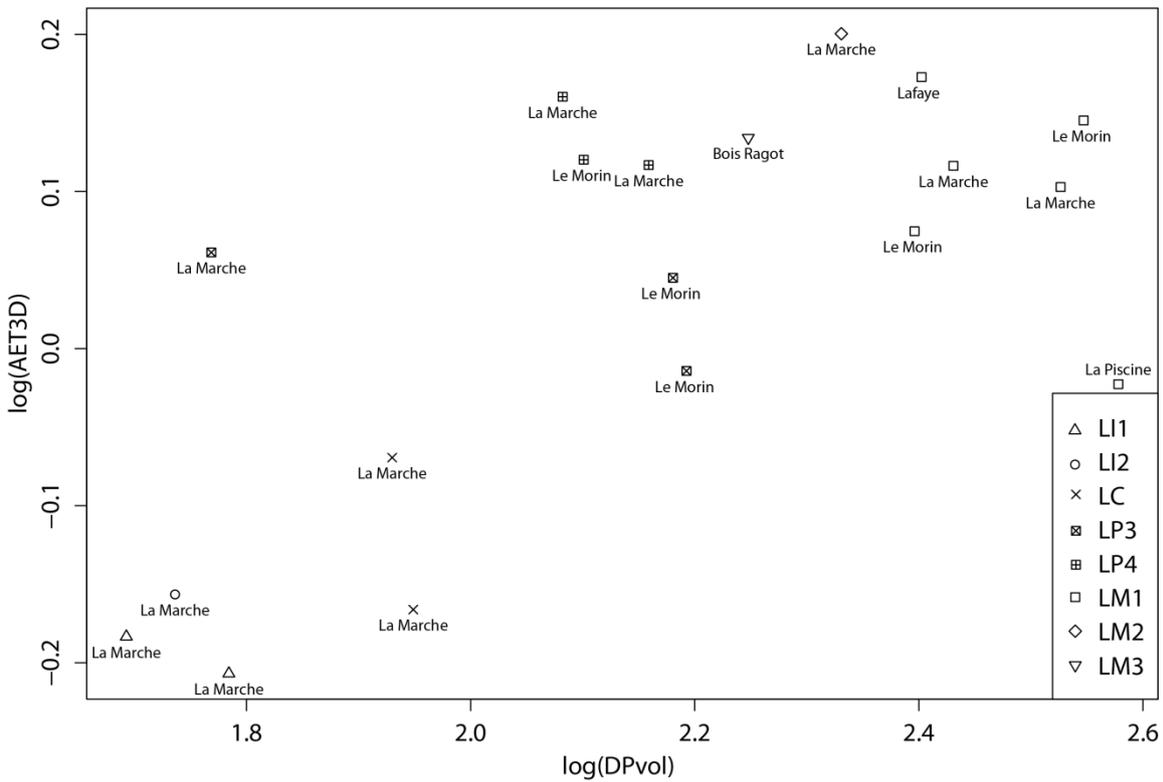
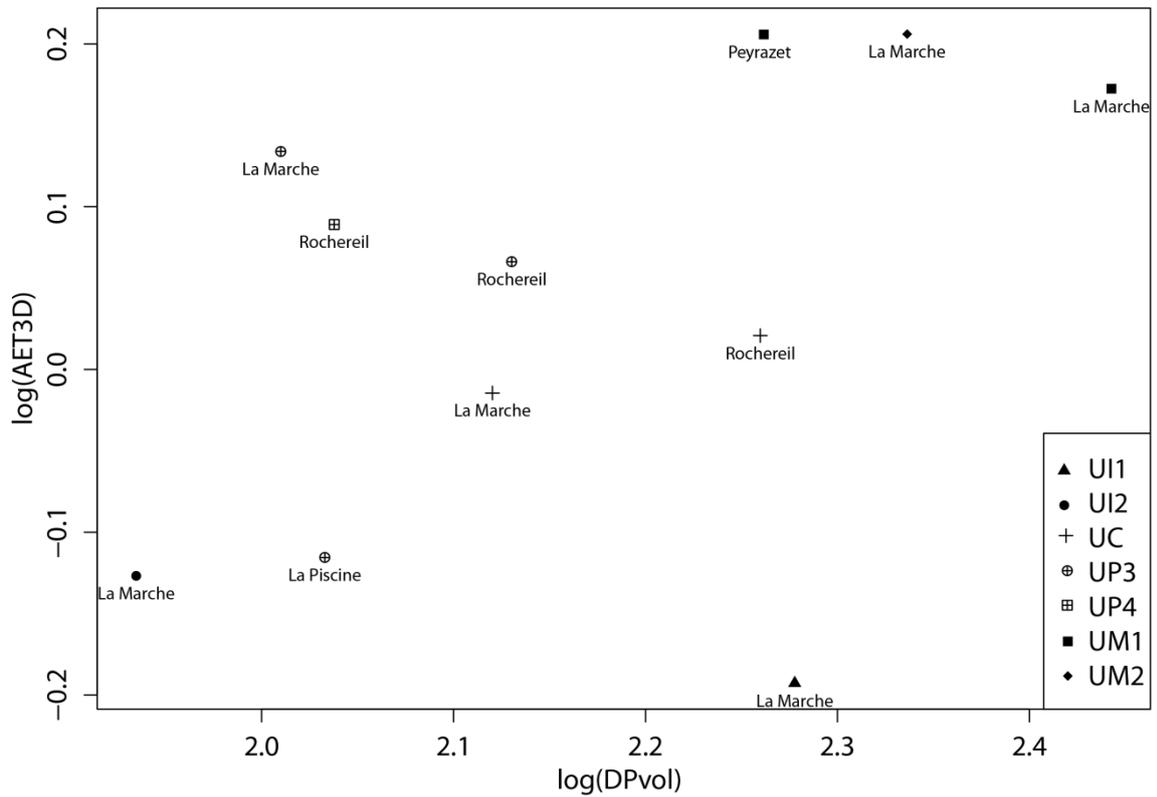


Figure 5.38. Comparaison des logarithmes du volume de la dentine et de la pulpe et de l'épaisseur moyenne de l'émail ($\log(\text{DPvol})$ vs $\log(\text{AET3D})$, représentation graphique du RET3D) pour les dents permanentes supérieures (en haut) et inférieures (en bas) de la fin du Paléolithique.

En effet, la UP3 de La Marche montre des indices supérieurs à ceux de la UP4 de Rochereil. Au sein des types de dents, la variabilité des épaisseurs de l'émail des UP3 est la plus importante (**FIGURE 5.38**) : les épaisseurs d'émail les plus faibles sont trouvées, en 3D, pour la UP3 de La Piscine, et en 2D, pour la UP3 de Rochereil.

Pour les dents permanentes inférieures paléolithiques, les indices d'épaisseurs de l'émail 2D et 3D montrent les valeurs les plus faibles pour les LI1 et les valeurs les plus fortes pour les LM3 (**TABLEAU 5.47**). Des différences sont relevées entre les indices dans les relations intra-arcades. Une augmentation antéropostérieure de l'émail est montrée pour les épaisseurs moyenne de l'émail, avec : LI1 < LI2 < LC < LP3 < LP4 < LM1 < LM3 < LM2. En revanche, pour les épaisseurs relatives de l'émail, les LC présentent des valeurs inférieures aux LI2 et aux LP3, tandis que les LP4 possèdent un émail plus épais que les LP3 et les LM1.

Pour les dents déciduales du Mésolithique, les indices d'épaisseur de l'émail en 3D et en 2D sont donnés dans le **TABLEAU 5.48**.

Tableau 5.48. Épaisseurs moyennes (AET) et relatives (RET) de l'émail en 3D et en 2D pour les dents déciduales du Mésolithique.

Dent	Site	Usure	AET3D (mm)	RET3D (SD)	AET2D (mm)	RET2D (SD)
Udi1	Houleau	2	0,35	8,45	0,28	6,68
	Houleau	3	0,30	7,41	0,28	6,66
	La Vergne	3	0,34	8,18	0,29	6,75
	La Vergne	3	0,22	5,37	0,26	7,01
Udi2	Houleau	3	0,30	9,03	0,27	7,04
	La Vergne	2	0,26	7,62	0,21	5,43
Udc	Houleau	2	0,39	9,72	0,32	6,93
Udm2	Houleau	1	0,76	13,70	0,68	11,69
	La Vergne	1	0,73	14,32	0,85	18,93
Ldi2	Houleau	2	0,27	9,35	0,25	7,46
Ldc	Les Perrats	4	0,40	10,46	0,39	9,12
	Les Perrats	2	0,38	10,19	0,32	7,75
Ldm1	Houleau	3	0,50	9,96	0,50	9,30
	La Vergne	1	0,54	11,78	0,50	10,48
Ldm2	Houleau	1	0,72	12,40	0,67	14,70
	Les Perrats	4	0,58	10,06	0,65	12,33

SD = sans dimension.

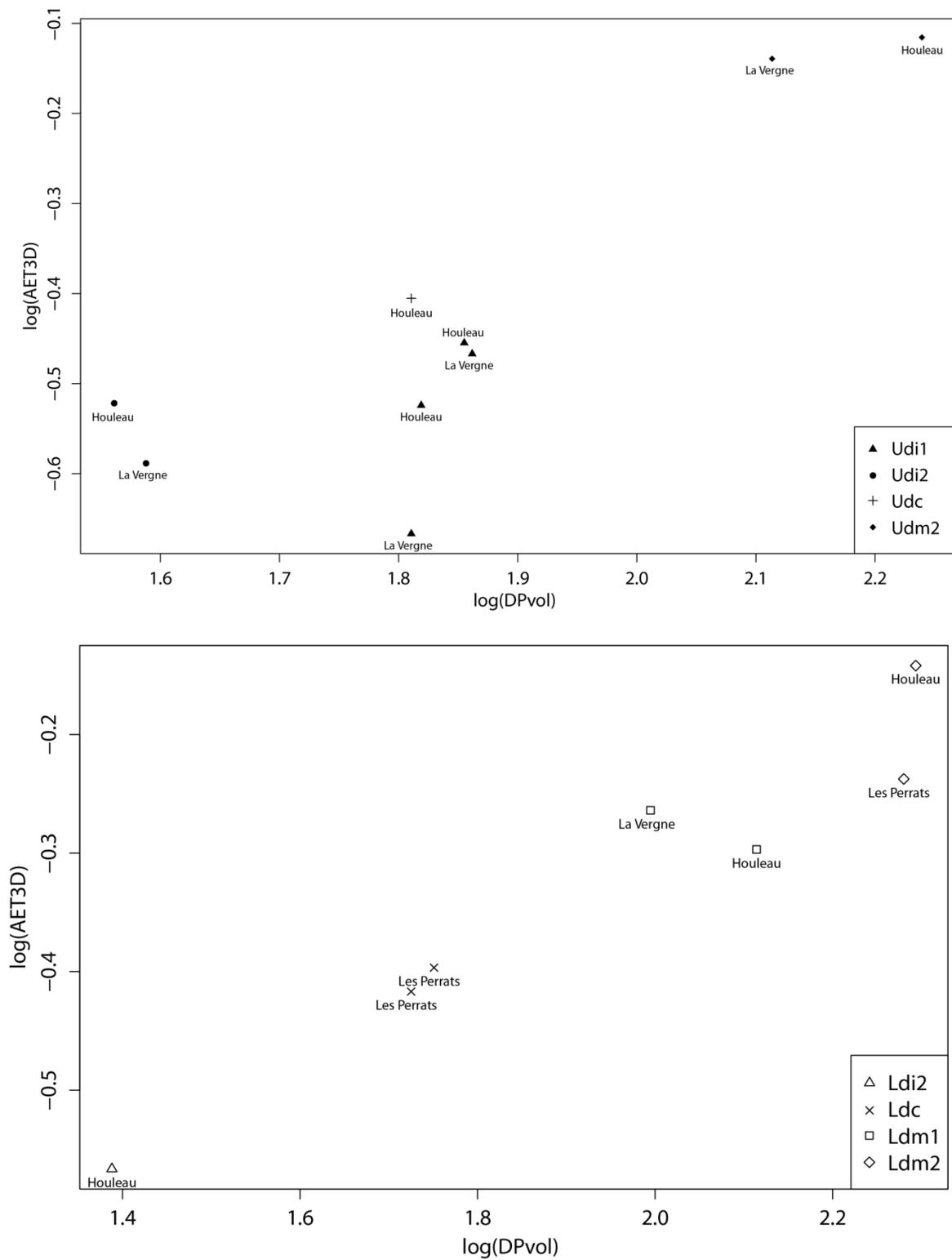


Figure 5.39. Comparaison des logarithmes du volume de la dentine et de la pulpe et de l'épaisseur moyenne de l'émail ($\log(\text{DPvol})$ vs $\log(\text{AET3D})$, représentation graphique du RET3D) pour les dents déciduales supérieures (en haut) et inférieures (en bas) du Mésolithique.

Pour les dents déciduales supérieures, les épaisseurs moyennes (AET) et relatives (RET) en 3D sont majoritairement les plus faibles pour les Udi1 mésolithiques, alors qu'en 2D, les Udi2 présentent les épaisseurs d'émail les plus faibles. En 2D et en 3D, les Udm2 possèdent les indices les plus élevés (**TABLEAU 5.48**). Ainsi, pour les AET3D et RET3D, une augmentation antéropostérieure de l'émail est constatée le long des arcades supérieures, avec : Udi1 < Udi2 < Udc < Udm1 < Udm2. En revanche, pour les indices en 2D, les relations intra-arcades observées sont : Udi2 < Udi1 < Udc < Udm1 < Udm2. La variabilité intra- et intersite est relativement importante pour les Udi1 de Houleau et de La Vergne, bien que ces dernières présentent des degrés d'usure similaire (**FIGURE 5.39**).

Pour les dents déciduales inférieures, les Ldi2 et les Ldm2 montrent, respectivement, les indices 2D et 3D d'épaisseurs de l'émail les plus faibles et les plus fortes (**TABLEAU 5.48**). Ainsi, pour l'ensemble des indices, les dents déciduales inférieures mésolithiques montrent une augmentation antéropostérieure de l'épaisseur de l'émail, et donc la relation suivante : Ldi2 < Ldc < Ldm1 < Ldm2 (**TABLEAU 5.48 & FIGURE 5.39**). Pour les Ldm1, la variabilité intersite dépend du log(DPvol), alors que le log(AET3D) est plus variable entre les Ldm2.

Pour les dents permanentes mésolithiques, les indices d'épaisseur de l'émail en 3D et en 2D sont donnés dans le **TABLEAU 5.49**.

Tableau 5.49. Épaisseurs moyennes (AET) et relatives (RET) de l'émail en 3D et en 2D pour les dents permanentes du Mésolithique.

Dent	Site	Usure	AET3D (mm)	RET3D (SD)	AET2D (mm)	RET2D (SD)	
UI1	Houleau	$\bar{m} \pm sd$	2*	0,75 ± 0,05	14,09 ± 1,01	0,72 ± 0,02	12,52 ± 0,58
	(n=3)	min-max		0,72-0,81	13,31-15,23	0,69-0,74	11,88-13,00
	La Vergne		3	0,59	11,72	0,62	11,38
	Auneau		4	0,54	10,35	0,63	10,50
UI2	Houleau		1	0,74	16,50	0,67	13,05
	La Vergne		3	0,55	13,97	0,56	12,21
UC	La Vergne		3	0,77	14,97	0,82	13,69
UM1	La Vergne		1	0,86	15,02	0,73	14,00
	La Vergne		3	1,07	17,19	1,09	18,12
	La Vergne		2	1,05	18,69	1,02	16,69
UM2	Les Perrats		3	0,95	15,35	1,14	18,19
	Les Perrats		2	1,14	18,38	1,01	16,49
UM3	Unikoté		1	1,11	23,48	1,11	20,76

(suite page suivante)

(suite)	Site	Usure	AET3D (mm)	RET3D (SD)	AET2D (mm)	RET2D (SD)
LI1	Les Fieux	3	0,50	12,92	0,49	9,64
	La Vergne	3	0,50	13,32	0,57	12,58
	Auneau	4	0,42	11,08	0,51	10,45
	Auneau	3	0,50	12,80	0,52	9,59
LI2	Houleau	1	0,75	18,57	0,64	12,78
	La Vergne	2	0,57	14,43	0,63	14,12
	Les Perrats	1	0,73	17,94	0,66	13,64
	Auneau	3	0,48	12,44	0,54	11,08
	Auneau	3	0,53	12,39	0,50	9,41
LC	Les Fieux	1	0,84	18,02	0,72	11,64
	Les Perrats	1	0,83	17,93	0,71	12,75
	Auneau	4	0,50	10,78	0,58	9,58
LP3	Les Perrats	1	1,17	24,91	1,08	19,36
	Auneau	2	0,92	20,13	0,92	16,40
LP4	Les Perrats	1	1,45	30,44	1,29	22,49
	Auneau	2	0,95	19,84	0,95	17,27
LM1	Houleau	1	1,34	21,32	1,18	20,86
	Houleau	1	1,31	20,80	1,09	19,72
	La Vergne	2	1,04	17,07	1,23	21,92
	Les Perrats	2	1,39	20,79	1,18	19,04
LM2	Houleau	1	1,32	23,01	1,12	20,42
	La Vergne	1	1,47	23,87	1,12	18,65
	Les Perrats	1	1,65	25,53	2,04	35,15
	Auneau	4	0,71	11,70	0,87	15,04
LM3	Les Fieux	2	1,11	17,28	1,05	18,09
	Les Perrats	3	1,23	20,63	1,03	19,13
	Auneau	3	0,80	12,84	0,86	15,22

\bar{m} = moyenne ; sd = écart-type ; min = minimum ; max = maximum ; SD = sans dimension.

* Moyenne des degrés d'usure (Molnar 1971a).

Pour les dents permanentes mésolithiques, les UI1 et les UM2 montrent respectivement les indices AET et RET les plus faibles et les plus forts (**TABLEAU 5.49**). Le long de l'arcade supérieure, une augmentation antéropostérieure des épaisseurs moyennes de l'émail est observée entre les dents, et les relations intra-arcades suivantes sont constatées : UI1 < UI2 < UC < UM1 < UM2 < UM3. Cependant, les UI1 et les UI2 mésolithiques

présentent des variabilités intra- et intersites importantes pour l'AET3D (**FIGURE 5.40**), mais aussi pour l'AET2D, malgré les corrections de l'usure occlusale pour les UI1 de La Vergne et d'Auneau, dents plus usées que celles de Houleau.

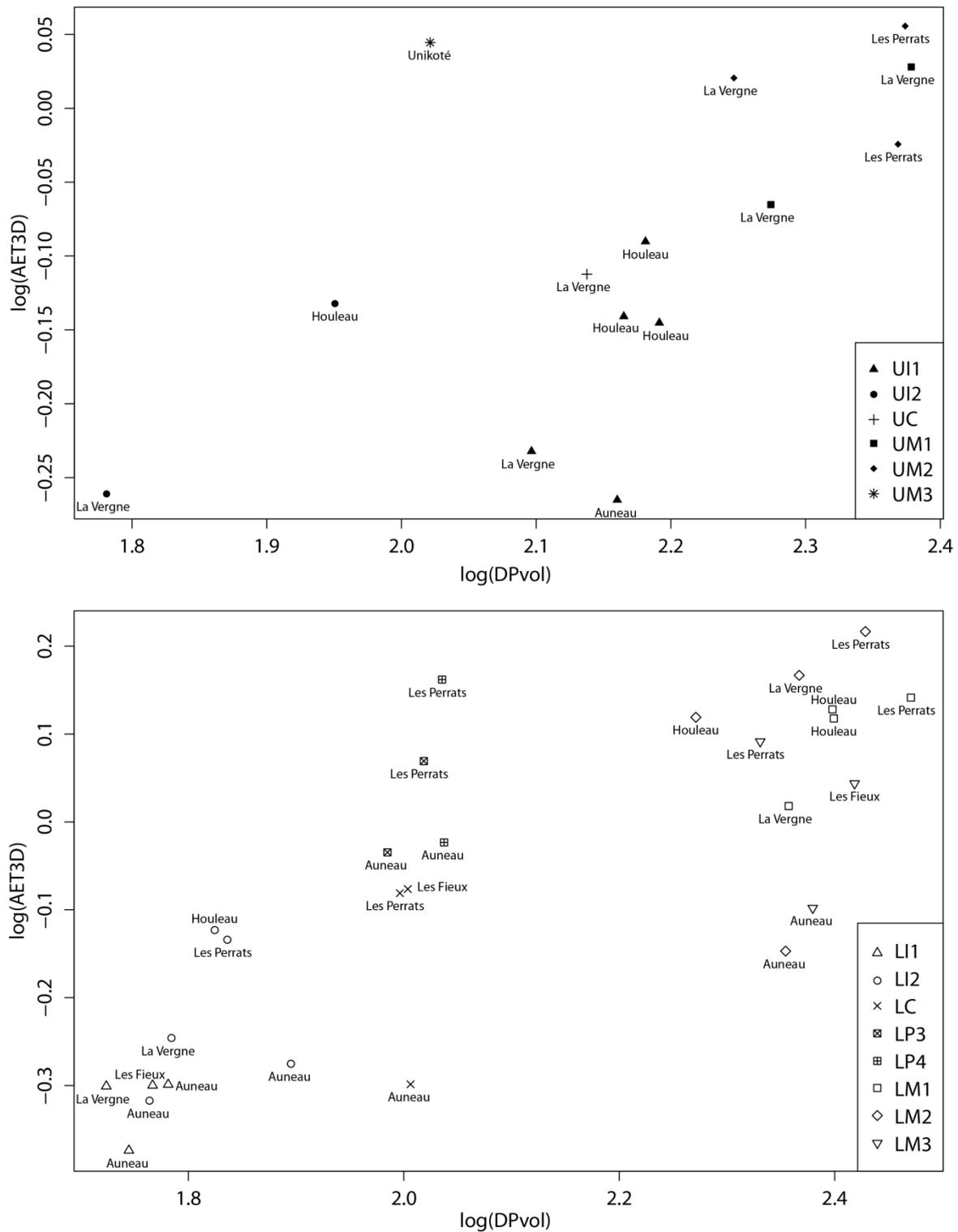


Figure 5.40. Comparaison des logarithmes du volume de la dentine et de la pulpe et de l'épaisseur moyenne de l'émail ($\log(\text{DPvol})$ vs $\log(\text{AET3D})$, représentation graphique du RET3D) pour les dents permanentes supérieures (en haut) et inférieures (en bas) du Mésolithique.

Pour les dents permanentes inférieures datées du Mésolithique, les valeurs des indices d'épaisseurs de l'émail les plus faibles sont observées pour les LI1, et les plus fortes pour les LM2 (TABLEAU 5.49). Bien que la variabilité soit plus importante pour les dents inférieures, notamment pour les prémolaires et les LM2 (FIGURE 5.40), en moyenne, une augmentation antéropostérieure de l'épaisseur de l'émail est présente sur l'arcade inférieure, avec les relations intra-arcades suivantes : LI1 < LI2 < LC < LP3 < LP4 < LM1 < LM3 < LM2.

Pour les dents déciduales datées du début du Néolithique, les épaisseurs moyennes (AET) et relatives (RET) en 3D et en 2D sont données dans le TABLEAU 5.50. Les indices 3D et 2D des dents déciduales néolithiques sont les plus faibles pour les Udi1 et les Ldi1, et les plus fortes pour les Udm2 et les Ldm2. Une augmentation antéropostérieure de l'émail est constatée le long des arcades supérieures et inférieures, avec les relations suivantes : Udi1 < Udi2 < Udc < Udm1 < Udm2 et Ldi1 < Ldi2 < Ldc < Ldm1 < Ldm2 (TABLEAU 5.50). Pour l'ensemble des types de dents déciduales de Gurgy, la variabilité intrasite est importante pour l'indice RET3D (FIGURE 5.41). Aussi, les mêmes variations sont observées pour les dents de Gurgy avec les indices 2D de l'émail.

Tableau 5.50. Épaisseurs moyennes (AET) et relatives (RET) de l'émail en 3D et en 2D pour les dents déciduales du début du Néolithique.

Dent	Site	Usure	AET3D (mm)	RET3D (SD)	AET2D (mm)	RET2D (SD)	
Udi1	Gurgy	4	0,26	6,42	0,26	6,46	
	Gurgy	3	0,27	7,03	0,28	7,58	
Udi2	Les Bréguières	3	0,34	10,59	0,35	10,30	
	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	3*	$0,27 \pm 0,03$	$8,27 \pm 1,35$	$0,27 \pm 0,02$	$7,68 \pm 0,84$
	(n=3)	min-max		0,24-0,30	7,01-9,70	0,25-0,29	6,74-8,36
Udc	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2*	$0,44 \pm 0,06$	$10,75 \pm 0,76$	$0,49 \pm 0,09$	$11,42 \pm 2,20$
	(n=3)	min-max		0,38-0,50	10,00-11,52	0,43-0,59	9,41-13,76
	Auneau	3	0,50	11,49	0,35	7,45	
Udm1	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2*	$0,48 \pm 0,08$	$9,98 \pm 1,68$	$0,58 \pm 0,16$	$12,62 \pm 5,44$
	(n=3)	min-max		0,43-0,57	8,62-11,86	0,49-0,77	9,34-18,90
Udm2	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2*	$0,67 \pm 0,08$	$11,82 \pm 1,03$	$0,76 \pm 0,02$	$14,23 \pm 0,41$
	(n=3)	min-max		0,58-0,72	10,66-12,64	0,73-0,77	13,95-14,70
	Fauroux	1	0,87	16,40	0,78	14,71	
Udm2	Auneau	3	0,69	12,46	0,66	12,31	
	Auneau	3	0,84	14,38	0,81	13,81	

(suite page suivante)

Dent	Site	Usure	AET3D (mm)	RET3D (SD)	AET2D (mm)	RET2D (SD)	
Ldi1	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	3*	0,27 ± 0,06	9,33 ± 1,99	0,26 ± 0,04	7,89 ± 1,30
	(n=3)	min-max		0,21-0,31	7,05-10,70	0,21-0,29	6,43-8,92
Ldi2	Baume Bourbon		3	0,38	12,53	0,36	9,97
	Gurgy		2	0,31	9,26	0,36	11,19
	Gurgy		2	0,40	12,84	0,34	9,83
Ldc	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2*	0,46 ± 0,03	11,96 ± 0,86	0,45 ± 0,12	10,30 ± 3,17
	(n=3)	min-max		0,44-0,49	10,97-12,50	0,32-0,57	6,93-13,22
	Auneau		3	0,45	10,89	0,39	8,32
Ldm1	Baume Bourbon		4	0,47	10,26	0,52	11,07
	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2*	0,47 ± 0,06	9,89 ± 1,37	0,46 ± 0,09	9,09 ± 1,06
	(n=3)	min-max		0,43-0,55	8,69-11,39	0,41-0,52	8,16-10,25
Ldm2	Baume Bourbon		4	0,58	11,11	0,65	12,89
	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	3*	0,60 ± 0,08	10,89 ± 1,44	0,66 ± 0,07	13,75 ± 2,19
	(n=5)	min-max		0,46-0,67	8,92-12,93	0,58-0,73	11,83-17,35
	Auneau		3	0,66	12,68	0,61	12,42
	Auneau		4	0,69	12,32	0,71	14,43

\bar{m} = moyenne ; sd = écart-type ; min = minimum ; max = maximum ; SD = sans dimension.

* Moyenne des degrés d'usure (Molnar 1971a).

Pour les dents permanentes datées du début du Néolithique, les indices d'épaisseur de l'émail en 3D et en 2D sont donnés dans le **TABLEAU 5.51**.

Pour les dents supérieures néolithiques, en 2D et en 3D, les UI1 montrent les épaisseurs moyennes (AET) et relatives (RET) de l'émail les plus faibles alors que les UM3 montrent les valeurs les plus fortes, sauf pour l'AET3D dont la valeur est la plus élevée pour les UM2 (**TABLEAU 5.51**). Une augmentation antéropostérieure de l'épaisseur de l'émail est observée le long de l'arcade supérieure, et les relations intra-arcades suivantes UI1 < UI2 < UC < UP3 < UP4 < UM1 < UM2 < UM3 sont majoritairement constatées.

Pour les dents inférieures du début du Néolithique, les LI1 possèdent les plus faibles indices AET et RET en 2D et en 3D, tandis que les LM3 montrent en moyenne les valeurs les plus fortes (**TABLEAU 5.51**). Bien que les indices des LP4 soient relativement variables et souvent supérieurs à ceux des LM1, les épaisseurs de l'émail augmentent dans le sens antéropostérieur le long de l'arcade inférieure, et les relations intra-arcades majoritairement observées pour les indices de l'émail sont : LI1 < LI2 < LC d'une part, et LM1 < LM3 < LM2 d'autre part.

Entre les types de dents, la variabilité des indices d'épaisseur de l'émail est importante, et les valeurs se chevauchent (**FIGURE 5.42**). En particulier, les UC, les UP3, les UP4 et les UM2

montrent des proximités dans les épaisseurs moyennes de l'émail en 3D et le volume de dentine et de pulpe coronaire (valeurs de $\log(\text{AET3D})$ et de $\log(\text{DPvol})$, respectivement). Si les UI1 et les UI2 présentent une gamme de variations relativement similaires pour le $\log(\text{AET3D})$, elles diffèrent davantage pour les valeurs de $\log(\text{DPvol})$.

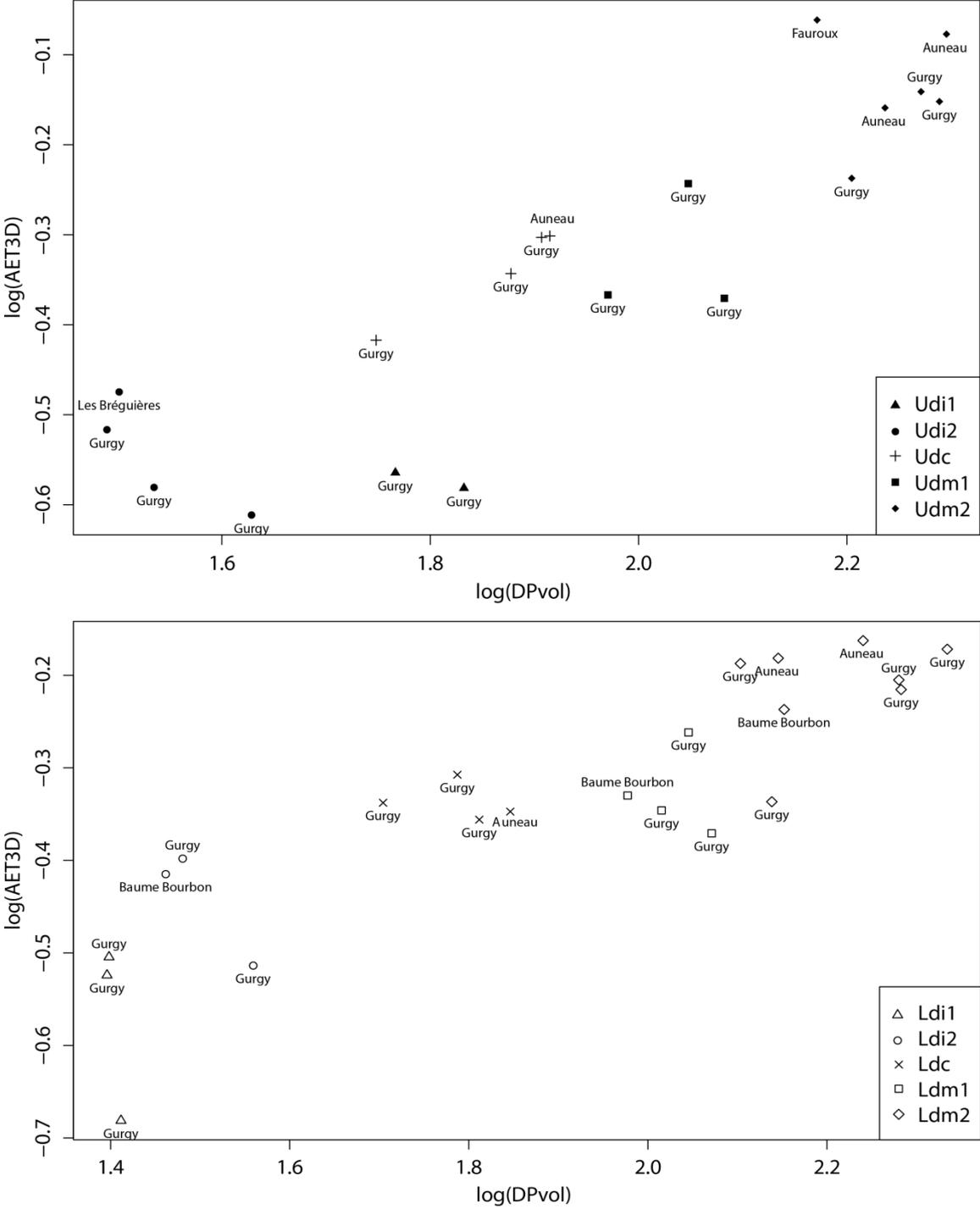


Figure 5.41. Comparaison des logarithmes du volume de la dentine et de la pulpe et de l'épaisseur moyenne de l'émail ($\log(\text{DPvol})$ vs $\log(\text{AET3D})$, représentation graphique du RET3D) pour les dents déciduales supérieures (en haut) et inférieures (en bas) du début du Néolithique.

Tableau 5.51. Épaisseurs moyennes (AET) et relatives (RET) de l'émail en 3D et en 2D pour les dents permanentes supérieures du début du Néolithique.

Dent	Site		Usure AET3D (mm)	RET3D (SD)	AET2D (mm)	RET2D (SD)	
UI1	Baume Bourbon		4	0,53	10,66	0,50	8,53
	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2*	0,64 ± 0,09	12,19 ± 1,83	0,65 ± 0,04	11,81 ± 1,78
	(n=7)	min-max		0,47-0,75	9,28-14,89	0,60-0,69	10,50-14,55
	Mykolas	$\bar{m} \pm sd$	3*	0,62 ± 0,09	11,24 ± 2,19	0,58 ± 0,08	9,60 ± 2,04
	(n=3)	min-max		0,55-0,72	9,60-13,72	0,52-0,68	7,94-11,88
UI2	Germignac		3	0,66	16,12	0,62	13,56
	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2*	0,69 ± 0,08	16,31 ± 1,98	0,67 ± 0,06	13,29 ± 1,05
	(n=7)	min-max		0,53-0,81	13,30-19,87	0,56-0,77	11,87-14,73
	Mykolas	$\bar{m} \pm sd$	2*	0,59 ± 0,03	13,32 ± 0,95	0,56 ± 0,02	10,62 ± 0,44
	(n=3)	min-max		0,56-0,63	12,35-14,25	0,54-0,58	10,11-10,90
UC	Pendimoun		4	0,57	10,51	0,68	10,50
	Germignac		3	0,88	20,01	0,82	16,39
	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2*	0,94 ± 0,08	18,20 ± 1,43	0,89 ± 0,06	14,44 ± 1,13
	(n=4)	min-max		0,86-1,04	16,93-20,25	0,83-0,97	13,09-15,47
	Mykolas		3	0,73	12,94	0,92	13,37
	La Lède du Gurgp		3	0,74	12,64	0,85	11,88
	Auneau		1	1,03	23,11	0,96	17,17
	Auneau		1	1,12	21,50	1,03	15,37
UP3	Pendimoun		3	0,72	14,92	0,94	16,16
	Baume Bourbon		2	1,08	21,69	1,01	15,97
	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2*	1,16 ± 0,11	24,43 ± 3,71	1,03 ± 0,08	17,37 ± 2,33
	(n=4)	min-max		1,07-1,29	20,57-28,93	0,95-1,10	14,43-19,58
	Mykolas		2	0,93	18,89	0,82	12,80
	La Lède du Gurgp		3	0,90	16,62	0,89	13,47
	Auneau		1	1,24	28,58	1,13	19,54
	Auneau		1	1,40	26,30	1,19	17,46
UP4	Pendimoun		4	0,75	15,02	0,98	16,65
	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2*	1,21 ± 0,10	25,30 ± 1,89	1,09 ± 0,06	18,40 ± 1,69
	(n=3)	min-max		1,10-1,29	23,84-27,43	1,04-1,16	16,58-19,93
	Mykolas		2	1,05	21,28	0,92	14,91
	La Lède du Gurgp		3	0,97	17,94	0,99	15,26
	Auneau		1	1,63	38,62	1,24	21,19
	Auneau		1	1,52	30,60	1,31	20,77
UM1	Les Bréguières		2	1,17	17,24	1,00	14,50
	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2*	1,20 ± 0,16	19,07 ± 2,23	1,11 ± 0,09	18,11 ± 1,76
	(n=5)	min-max		1,02-1,33	16,40-20,86	0,96-1,19	15,67-20,58
	Mykolas		3	0,99	14,66	1,02	15,13
	La Lède du Gurgp		2	1,00	15,14	1,13	16,58
	Auneau		1	1,30	22,66	1,10	19,35
	Auneau		2	1,49	22,48	1,33	19,29

(suite page suivante)

(suite)	Site		Usure	AET3D (mm)	RET3D (SD)	AET2D (mm)	RET2D (SD)
	Pendimoun		4	0,90	15,65	1,14	19,94
	Les Bréguières		1	1,36	21,22	1,20	18,52
	Les Bréguières		1	1,33	22,69	1,24	20,61
	Germignac		3	1,12	21,31	0,96	19,22
UM2	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2*	1,24 \pm 0,24	21,19 \pm 4,89	1,23 \pm 0,15	20,40 \pm 3,77
	(n=22)	min-max		0,74-1,63	10,41-29,11	0,90-1,53	14,87-29,66
	Mykolas	$\bar{m} \pm sd$	2*	1,15 \pm 0,06	20,42 \pm 1,74	1,16 \pm 0,12	20,37 \pm 2,83
	(n=4)	min-max		1,09-1,20	18,23-21,88	1,03-1,28	17,37-23,00
	La Lède du Gulp		2	1,24	21,22	1,15	18,08
	Auneau		1	1,47	27,50	1,03	16,67
	Auneau		1	1,68	26,91	1,56	23,97
UM3	Pendimoun		3	0,91	16,74	1,31	24,50
	Germignac		2	1,15	24,53	0,99	21,21
	Mykolas		1	1,20	21,26	1,65	26,09
	Mykolas		2	1,17	22,99	1,15	20,95
	La Lède du Gulp		2	1,21	21,76	1,15	18,80
LI1	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2*	0,55 \pm 0,07	14,21 \pm 2,05	0,55 \pm 0,04	11,29 \pm 1,17
	(n=4)	min-max		0,48-0,64	12,03-16,79	0,50-0,59	9,90-12,40
	Mykolas		3	0,50	11,67	0,49	9,67
	Auneau		1	0,71	17,25	0,65	12,56
LI2	Baume Bourbon		1	0,71	16,98	0,62	12,17
	Les Bréguières		3	0,54	12,38	0,54	10,39
	Les Bréguières		1	0,55	12,56	0,52	9,80
	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2*	0,60 \pm 0,05	14,62 \pm 1,35	0,61 \pm 0,04	12,33 \pm 0,75
	(n=6)	min-max		0,51-0,65	12,23-16,20	0,55-0,66	11,12-13,08
	Mykolas		3	0,54	13,24	0,52	10,31
	Mykolas		4	0,54	13,22	0,55	11,82
	Auneau		1	0,82	19,05	0,65	11,59
LC	Baume Bourbon		1	0,83	18,98	0,73	13,60
	Les Bréguières		1	0,65	11,89	0,58	8,58
	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	1*	0,75 \pm 0,07	15,70 \pm 0,42	0,70 \pm 0,08	11,64 \pm 0,82
	(n=4)	min-max		0,67-0,82	15,25-16,21	0,61-0,79	10,93-12,77
	Mykolas		2	0,71	14,87	0,61	10,04
	Auneau		1	0,84	19,99	0,70	12,80
	Auneau		1	1,04	19,94	0,75	11,16

(suite page suivante)

(suite)	Site	Usure	AET3D (mm)	RET3D (SD)	AET2D (mm)	RET2D (SD)	
LP3	Baume Bourbon	1	1,04	23,02	0,94	16,74	
	Les Bréguières	2	0,94	20,76	0,88	16,51	
	Germignac	2	0,88	22,16	0,78	17,50	
	Gurgy	2	1,00	21,00	0,90	16,08	
	Gurgy	1	0,91	20,67	0,83	16,12	
	Mykolas	3	0,80	18,75	0,86	16,98	
	Mykolas	1	0,88	19,85	0,56	13,60	
	Auneau	1	1,26	32,43	0,94	18,43	
	Auneau	1	1,20	23,32	1,18	19,76	
LP4	Baume Bourbon	2	1,07	20,48	1,04	17,51	
	Baume Bourbon	1	1,15	25,98	1,05	20,30	
	Gurgy	2	1,15	23,14	1,06	18,49	
	Gurgy	1	1,06	23,31	1,00	18,55	
	Mykolas	2	1,09	24,04	1,82	34,95	
	Auneau	1	1,62	42,28	1,21	25,75	
	Auneau	1	1,57	31,61	1,32	22,69	
LM1	Baume Bourbon	3	0,98	14,54	1,08	16,54	
	Baume Bourbon	2	1,22	19,45	0,98	16,12	
	Germignac	4	0,85	15,24	0,77	15,30	
	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	2*	$1,18 \pm 0,12$	$18,63 \pm 1,34$	$1,04 \pm 0,05$	$16,97 \pm 0,84$
	(n=4)	min-max		1,02-1,29	16,71-19,70	0,99-1,11	16,39-18,21
	Mykolas	2	1,27	20,16	1,02	17,82	
	Mykolas	3	0,89	13,93	0,82	14,47	
	Auneau	2	1,40	26,04	1,04	19,53	
Auneau	2	1,39	21,12	1,11	17,38		
LM2	Baume Bourbon	2	1,22	19,49	1,16	18,78	
	Baume Bourbon	1	1,28	21,54	1,08	18,24	
	Les Bréguières	2	1,28	20,74	1,11	18,93	
	Germignac	2	1,18	22,74	0,94	20,57	
	Gurgy	$\bar{m} \pm sd$	1*	$1,34 \pm 0,04$	$22,20 \pm 1,07$	$1,18 \pm 0,08$	$20,61 \pm 2,21$
	(n=4)	min-max		1,30-1,38	21,11-23,27	1,08-1,24	17,78-23,12
	Mykolas	2	1,17	21,80	1,02	19,85	
	Mykolas	2	0,97	15,74	0,94	15,22	
	Auneau	1	1,58	29,37	1,29	22,56	
Auneau	1	1,71	27,59	1,41	25,14		
LM3	Auneau	4	1,30	23,21	1,17	18,87	

\bar{m} = moyenne ; sd = écart-type ; min = minimum ; max = maximum ; SD = sans dimension.

* Moyenne des degrés d'usure (Molnar 1971a).

Pour les dents permanentes inférieures néolithiques, les recouvrements des gammes de variation sont les plus importantes pour les UI1 et les UI2 (**FIGURE 5.42**), alors que les autres types de dents se différencient relativement bien par leur valeur de $\log(\text{AET3D})$, et ce, malgré des proximités importantes entre les prémolaires entre elles d'une part, et les molaires entre elles d'autre part.

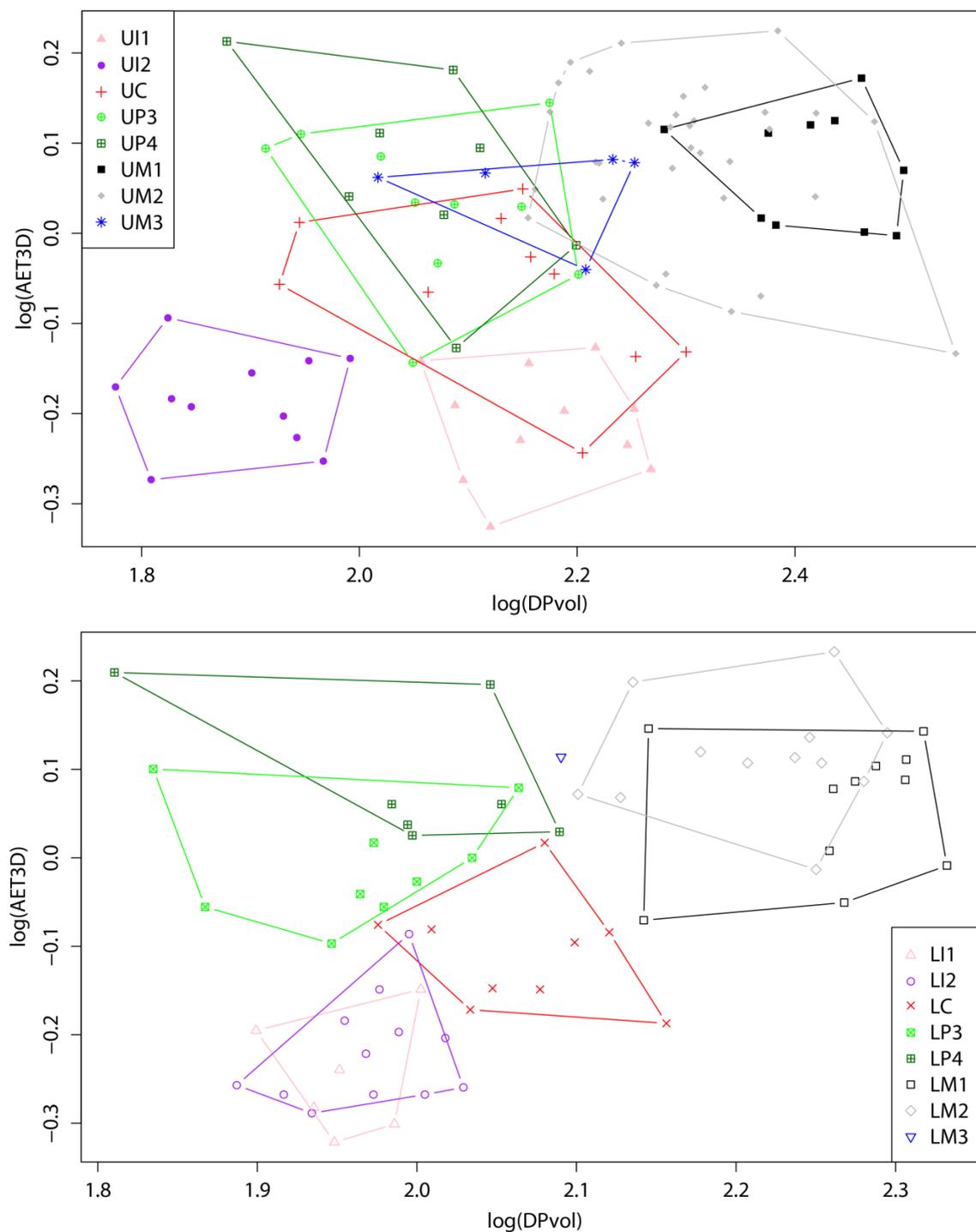


Figure 5.42. Comparaison des logarithmes du volume de la dentine et de la pulpe et de l'épaisseur moyenne de l'émail ($\log(\text{DPvol})$ vs $\log(\text{AET3D})$), représentation graphique du RET3D) pour les dents permanentes supérieures (en haut) et inférieures (en bas) du début du Néolithique.

En ce qui concerne l'évolution des dents déciduales supérieures de la fin du Paléolithique au Néolithique, les épaisseurs moyennes (AET) et relatives (RET) calculées pour les dents déciduales supérieures sont données dans le **TABLEAU 5.52**. Dans l'ensemble, l'émail le plus épais est observé pour les dents paléolithiques, les dents mésolithiques et néolithiques montrant entre elles des différences relativement faibles. Entre la fin du Paléolithique, le Mésolithique et le début du Néolithique, une diminution des épaisseurs moyennes et relatives de l'émail en 3D et en 2D est observée pour toutes les dents déciduales supérieures (**TABLEAU 5.52 & FIGURE 5.43**). La réduction des valeurs du AET et du RET est particulièrement marquée pour les Udi1, les Udi2 et les Udm2. Aussi, la réduction du AET3D est significative entre les Udi1 paléolithiques et néolithiques ($p = 0,0077$). D'autre part, pour chaque période, la variabilité est plus grande pour les épaisseurs d'émail mesurées en 3D que pour celles mesurées en 2D.

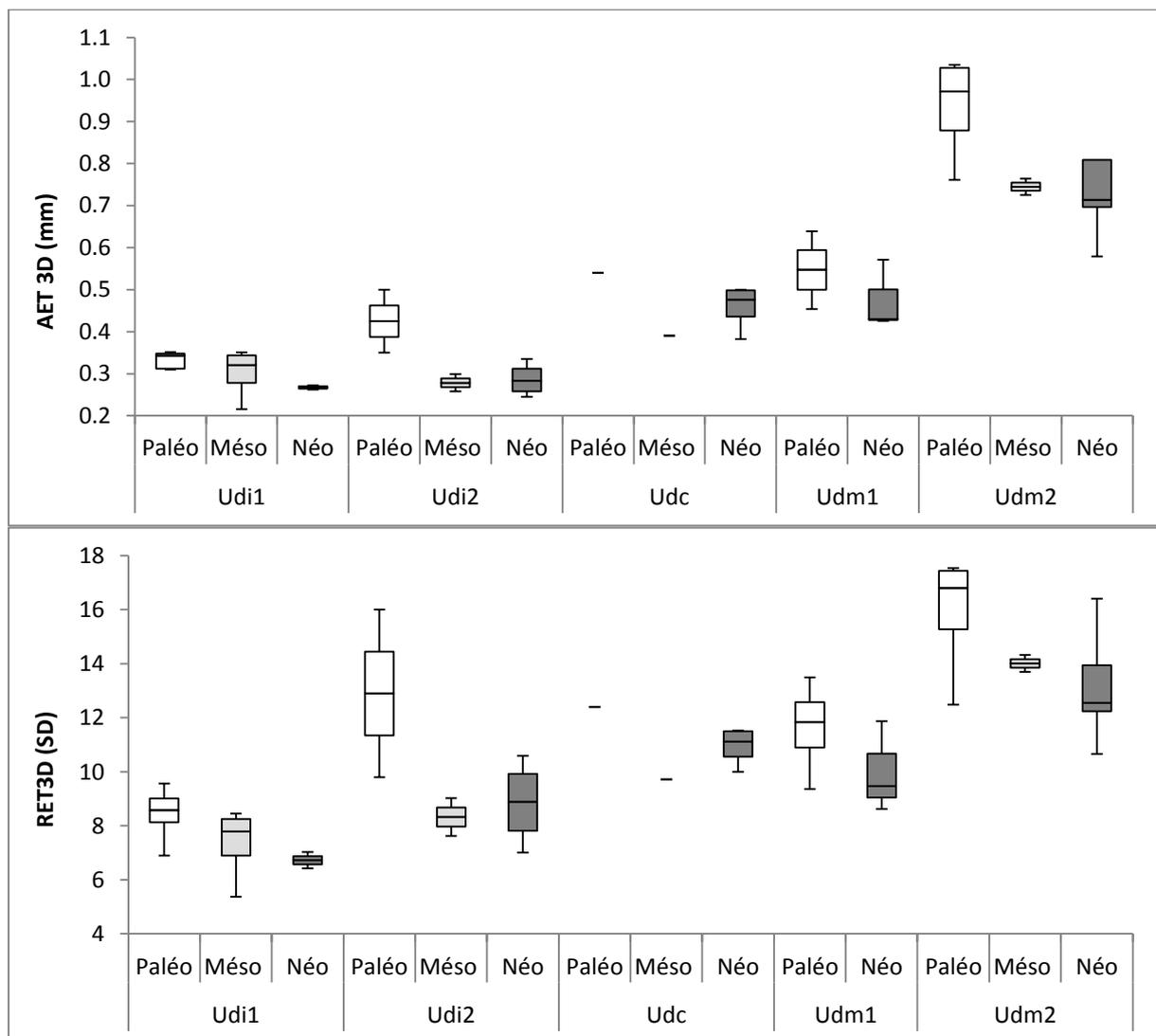


Figure 5.43. Évolution des indices AET3D (en haut) et RET3D (en bas) pour les dents déciduales supérieures. SD = sans dimension.

Pour les indices calculés en 2D, la réduction du AET2D est significative entre les Udi1 et les Udm2 paléolithiques et néolithiques ($p = 0,0333$ et $p = 0,0326$ respectivement), ainsi qu'entre les Udi1 paléolithiques et mésolithiques ($p = 0,0104$).

Tableau 5.52. Évolution des épaisseurs moyennes (AET) et relatives (RET) de l'émail en 3D et en 2D pour les dents déciduales supérieures.

Dent	Période	Usure*		AET3D (mm)	RET3D (SD)	AET2D (mm)	RET2D (SD)
Udi1	Paléo (n=5)	3	$\bar{m} \pm sd$	$0,33 \pm 0,02$	$8,43 \pm 1,01$	$0,32 \pm 0,02$	$7,50 \pm 0,86$
			min-max	0,31-0,35	6,90-9,56	0,30-0,36	6,49-8,62
	Mésos (n=4)	3	$\bar{m} \pm sd$	$0,30 \pm 0,06$	$7,35 \pm 1,39$	$0,28 \pm 0,02$	$6,77 \pm 0,16$
			min-max	0,22-0,35	5,37-8,45	0,26-0,29	6,66-7,01
	Néo (n=2)	4	$\bar{m} \pm sd$	$0,27 \pm 0,01$	$6,72 \pm 0,43$	$0,27 \pm 0,01$	$7,02 \pm 0,79$
			min-max	0,26-0,27	6,42-7,03	0,26-0,28	6,46-7,58
Udi2	Paléo (n=2)	1	$\bar{m} \pm sd$	$0,42 \pm 0,11$	$12,90 \pm 4,38$	$0,39 \pm 0,07$	$10,63 \pm 3,27$
			min-max	0,35-0,50	9,80-16,00	0,34-0,44	8,31-12,95
	Mésos (n=2)	3	$\bar{m} \pm sd$	$0,28 \pm 0,03$	$8,33 \pm 0,99$	$0,24 \pm 0,04$	$6,24 \pm 1,14$
			min-max	0,26-0,30	7,62-9,03	0,21-0,27	5,43-7,04
	Néo (n=4)	3	$\bar{m} \pm sd$	$0,29 \pm 0,04$	$8,85 \pm 1,60$	$0,29 \pm 0,04$	$8,34 \pm 1,48$
			min-max	0,24-0,34	7,01-10,59	0,25-0,35	6,74-10,30
Udc	Paléo (n=1)	3		0,54	12,39	0,57	13,22
	Mésos (n=1)	3		0,39	9,72	0,32	6,93
	Néo (n=4)	2	$\bar{m} \pm sd$	$0,46 \pm 0,05$	$10,94 \pm 0,72$	$0,45 \pm 0,10$	$10,43 \pm 2,67$
			min-max	0,38-0,50	10,00-11,52	0,43-0,59	9,41-13,76
Udm1	Paléo (n=4)	3	$\bar{m} \pm sd$	$0,55 \pm 0,08$	$11,63 \pm 1,74$	$0,52 \pm 0,03$	$10,10 \pm 0,24$
			min-max	0,45-0,64	9,36-13,50	0,48-0,56	9,86-10,42
	Néo (n=3)	2	$\bar{m} \pm sd$	$0,48 \pm 0,08$	$9,98 \pm 1,68$	$0,58 \pm 0,16$	$12,62 \pm 5,44$
			min-max	0,43-0,57	8,62-11,86	0,49-0,77	9,34-18,90
Udm2	Paléo (n=4)	2	$\bar{m} \pm sd$	$0,93 \pm 0,13$	$15,91 \pm 2,36$	$0,86 \pm 0,07$	$14,51 \pm 1,18$
			min-max	0,76-1,03	12,48-17,54	0,77-0,93	12,79-15,35
	Mésos (n=2)	1	$\bar{m} \pm sd$	$0,74 \pm 0,03$	$14,01 \pm 0,44$	$0,76 \pm 0,12$	$15,31 \pm 5,12$
			min-max	0,73-0,76	13,70-14,32	0,68-0,85	11,69-18,93
	Néo (n=6)	2	$\bar{m} \pm sd$	$0,73 \pm 0,11$	$13,12 \pm 2,00$	$0,75 \pm 0,05$	$13,92 \pm 0,88$
			min-max	0,58-0,87	10,66-16,40	0,73-0,77	13,95-14,70

\bar{m} = moyenne ; sd = écart-type ; min = minimum ; max = maximum ; SD = sans dimension.

* Moyenne des degrés d'usure (Molnar 1971a).

Pour les dents déciduales inférieures, les épaisseurs moyennes (AET) et relatives (RET) calculées en 3D et en 2D pour les dents déciduales supérieures de la fin du Paléolithique, du Mésolithique et du Néolithique sont données dans le **TABLEAU 5.53**. Dans l'ensemble, l'émail le plus épais est observé pour les dents paléolithiques, et le plus fin pour les dents néolithiques. Majoritairement, une diminution des indices AET et RET en 3D et en 2D est observée entre la fin du Paléolithique, le Mésolithique et le début du Néolithique pour toutes les dents déciduales inférieures (**FIGURE 5.43 & TABLEAU 5.53**). Notamment, la réduction de l'émail est significative entre le Paléolithique et le Néolithique pour les épaisseurs moyennes et relatives 3D des Ldm1 et des Ldm2, ainsi que pour le RET3D des Ldm1. D'autre part, les Ldc mésolithiques présentent les épaisseurs d'émail les plus faibles, significativement inférieures à celles des Ldc paléolithiques ($p = 0,0422$) et néolithique ($p = 0,0156$). Enfin, pour chaque période, la variabilité est plus grande pour les épaisseurs d'émail mesurées en 3D que pour celles mesurées en 2D.

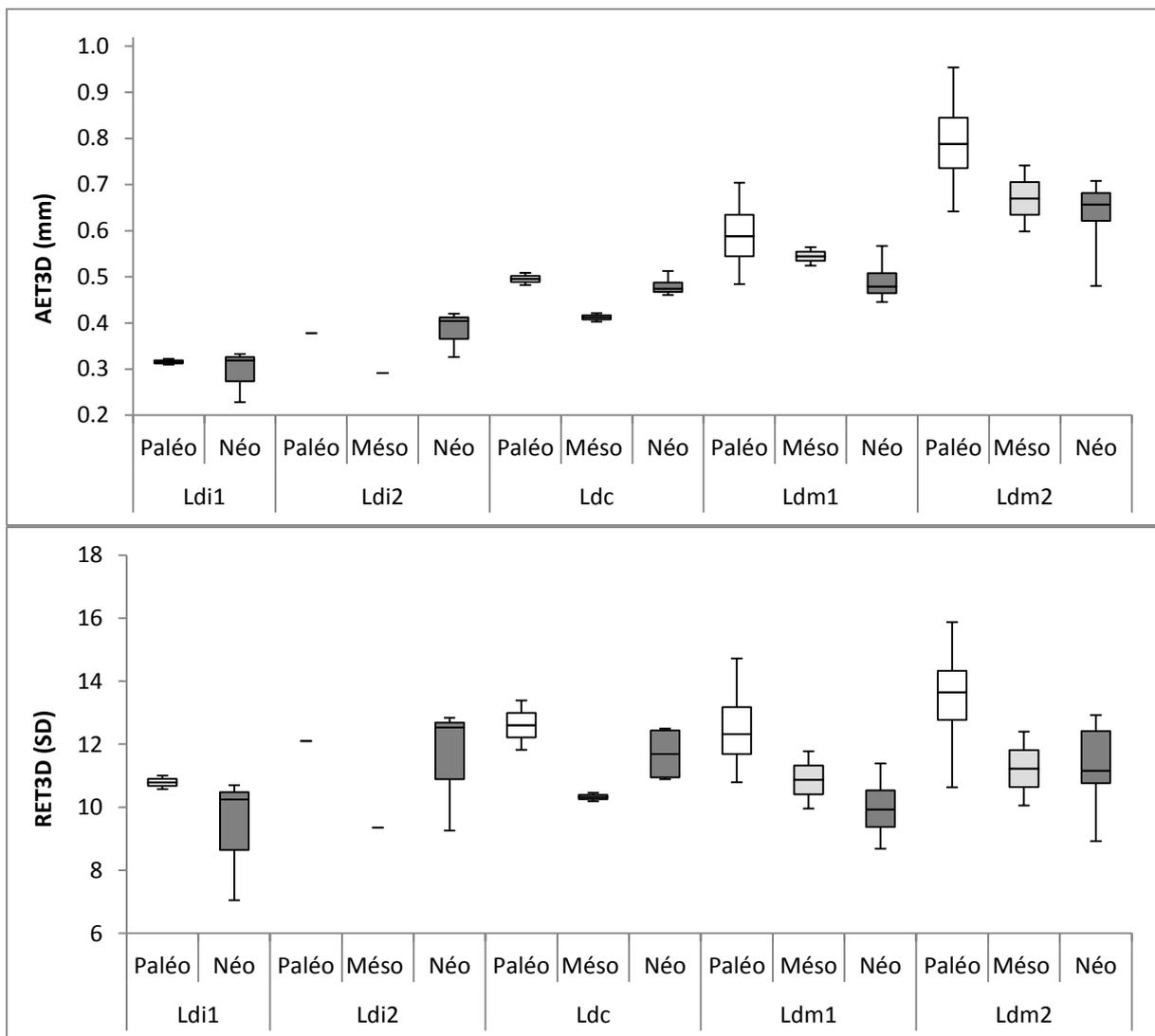


Figure 5.44. Évolution des indices AET3D (en haut) et RET3D (en bas) pour les dents déciduales inférieures. SD = sans dimension.

Tableau 5.53. Évolution des épaisseurs moyennes (AET) et relatives (RET) de l'émail en 3D et en 2D pour les dents déciduales inférieures.

Dent	Période	Usure*		AET3D (mm)	RET3D (SD)	AET2D (mm)	RET2D (SD)
Ldi1	Paléo (n=2)	4	$\bar{m} \pm sd$	0,30 ± 0,01	10,79 ± 0,30	0,31 ± 0,06	9,86 ± 1,73
			min-max	0,29-0,30	10,58-11,00	0,27-0,35	8,64-11,09
	Néo (n=3)	3	$\bar{m} \pm sd$	0,27 ± 0,06	9,33 ± 1,99	0,26 ± 0,04	7,89 ± 1,30
			min-max	0,21-0,31	7,05-10,70	0,27-0,35	8,64-11,09
Ldi2	Paléo (n=1)	2		0,36	12,10	0,41	11,10
	Méso (n=1)	2		0,27	9,35	0,25	7,46
	Néo (n=3)	2	$\bar{m} \pm sd$	0,36 ± 0,05	11,54 ± 1,98	0,36 ± 0,01	10,33 ± 0,75
			min-max	0,31-0,40	9,26-12,84	0,34-0,36	9,83-11,19
Ldc	Paléo (n=2)	1	$\bar{m} \pm sd$	0,48 ± 0,02	12,60 ± 1,10	0,43 ± 0,08	9,95 ± 1,00
			min-max	0,46-0,49	11,82-13,39	0,37-0,49	9,24-10,66
	Méso (n=2)	3	$\bar{m} \pm sd$	0,39 ± 0,01	10,33 ± 0,19	0,36 ± 0,05	8,44 ± 0,97
			min-max	0,38-0,40	10,19-10,46	0,32-0,39	7,75-9,12
	Néo (n=4)	2	$\bar{m} \pm sd$	0,46 ± 0,02	11,69 ± 0,88	0,42 ± 0,04	9,85 ± 1,14
			min-max	0,44-0,49	10,89-12,50	0,39-0,49	8,32-11,06
Ldm1	Paléo (n=4)	2	$\bar{m} \pm sd$	0,57 ± 0,09	12,54 ± 1,64	0,53 ± 0,06	10,38 ± 0,90
			min-max	0,46-0,68	10,80-14,72	0,44-0,58	9,10-11,22
	Méso (n=2)	2	$\bar{m} \pm sd$	0,52 ± 0,03	10,87 ± 1,29	0,50 ± 0,00	9,89 ± 0,83
			min-max	0,50-0,54	9,96-11,78	0,50-0,50	9,30-10,48
	Néo (n=4)	2	$\bar{m} \pm sd$	0,47 ± 0,05	9,98 ± 1,14	0,48 ± 0,06	9,58 ± 1,32
			min-max	0,43-0,55	8,69-11,39	0,41-0,52	8,16-10,25
Ldm2	Paléo (n=5)	2	$\bar{m} \pm sd$	0,78 ± 0,11	13,75 ± 1,98	0,72 ± 0,04	14,14 ± 0,62
			min-max	0,62-0,93	10,63-15,87	0,69-0,79	13,28-15,02
	Méso (n=2)	3	$\bar{m} \pm sd$	0,65 ± 0,10	11,23 ± 1,66	0,66 ± 0,02	13,52 ± 1,67
			min-max	0,58-0,72	10,06-12,40	0,65-0,67	12,33-14,70
	Néo (n=8)	4	$\bar{m} \pm sd$	0,62 ± 0,07	11,32 ± 1,31	0,66 ± 0,06	13,56 ± 1,77
			min-max	0,46-0,69	8,92-12,93	0,58-0,73	11,83-17,35

\bar{m} = moyenne ; sd = écart-type ; min = minimum ; max = maximum ; SD = sans dimension.

* Moyenne des degrés d'usure (Molnar 1971a).

Les différences significatives pour les dents déciduales sont données dans le **TABLEAU 5.54**.

Tableau 5.54. Résultats significatifs du test *t* de Student pour la comparaison des épaisseurs moyennes (AET) et relatives (RET) de l'émail en 3D et en 2D entre les dents déciduales des différentes périodes.

Dents	AET3D	RET3D	AET2D
Udi1	Paléo > Néo		Paléo > Méso Paléo > Néo
Udm2			Paléo > Néo
Ldi2			Méso < Néo
Ldc	Paléo > Méso Méso < Néo		
Ldm1		Paléo > Néo	
Ldm2	Paléo > Néo	Paléo > Néo	

Pour les dents permanentes supérieures, les épaisseurs de l'émail en 2D et en 3D pour les dents de la fin du Paléolithique, du Mésolithique et du début du Néolithique sont présentées dans le **TABLEAU 5.55**. En moyenne, les dents supérieures du Paléolithique montrent les épaisseurs d'émail les plus importantes. Les dents mésolithiques et néolithiques, en particulier les dents antérieures, possèdent des épaisseurs d'émail relativement similaires. Cependant, la variabilité des indices AET et RET est importante pour les dents néolithiques, en particulier pour les UC, les prémolaires supérieures et les UM2 (**FIGURE 5.45**), et les dents paléolithiques se situent dans la variabilité haute du Néolithique alors que les dents mésolithiques sont dans la variabilité basse. Globalement, une réduction des épaisseurs de l'émail est observée. De plus, les UM1 et les UM2 montrent des différences significatives d'épaisseurs moyennes et relatives de l'émail au cours du temps. Les UM1 des individus du Paléolithique possèdent des indices AET3D et RET3D significativement supérieurs aux UM1 mésolithiques ($p = 0,0402$) et néolithiques ($p = 0,0180$). Pour les UM2 paléolithiques, les valeurs de AET3D et de RET3D sont significativement supérieures à celles des UM2 mésolithiques ($p = 0,0359$ et $p = 0,0489$, respectivement).

Tableau 5.55. Évolution des épaisseurs moyennes (AET) et relatives (RET) de l'émail en 3D et en 2D pour les dents permanentes supérieures.

Dent	Période	Usure*	AET3D (mm)	RET3D (SD)	AET2D (mm)	RET2D (SD)	
	Paléo (n=1)	3	0,64	11,17	0,61	9,36	
	Méso (n=5)	3	$\bar{m} \pm sd$	$0,68 \pm 0,11$	$12,87 \pm 1,88$	$0,68 \pm 0,05$	$11,89 \pm 1,01$
UII			min-max	0,54-0,81	10,35-15,23	0,62-0,74	10,50-13,00
	Néo (n=11)	3	$\bar{m} \pm sd$	$0,62 \pm 0,09$	$11,79 \pm 1,81$	$0,62 \pm 0,07$	$10,91 \pm 2,10$
			min-max	0,47-0,75	9,28-14,89	0,50-0,69	7,94-14,55

(suite)	Période	Usure*		AET3D (mm)	RET3D (SD)	AET2D (mm)	RET2D (SD)
	Paléo (n=1)	2		0,75	16,92	0,69	13,36
UI2	Méso (n=2)	2	$\bar{m} \pm sd$	0,64 ± 0,13	15,24 ± 1,79	0,61 ± 0,08	12,63 ± 0,59
			min-max	0,55-0,74	13,97-16,50	0,56-0,67	12,21-13,05
	Néo (n=11)		$\bar{m} \pm sd$	0,66 ± 0,08	15,48 ± 2,11	0,64 ± 0,07	12,58 ± 1,51
			min-max	0,53-0,81	12,35-19,87	0,54-0,77	10,11-14,73
UC	Paléo (n=2)	1	$\bar{m} \pm sd$	1,01 ± 0,06	18,76 ± 0,34	0,68 ± 0,32	13,37 ± 0,99
			min-max	0,97-1,05	18,52-19,00	0,46-0,91	12,67-14,07
	Méso (n=1)	3		0,77	14,97	0,82	13,69
	Néo (n=10)	2	$\bar{m} \pm sd$	0,88 ± 0,17	17,35 ± 4,15	0,88 ± 0,10	14,24 ± 2,08
			min-max	0,57-1,12	10,51-23,11	0,68-1,03	10,50-17,17
UP3	Paléo (n=3)	2	$\bar{m} \pm sd$	1,10 ± 0,30	22,64 ± 6,50	0,92 ± 0,35	17,99 ± 2,02
			min-max	0,77-1,36	16,10-29,11	0,53-1,19	15,91-19,95
	Néo (n=10)	2	$\bar{m} \pm sd$	1,09 ± 0,20	22,47 ± 4,87	1,01 ± 0,11	16,50 ± 2,30
			min-max	0,72-1,40	14,92-28,93	0,82-1,19	12,80-19,58
UP4	Paléo (n=1)	1		1,23	25,69	0,55	17,21
	Néo (n=8)	2	$\bar{m} \pm sd$	1,19 ± 0,29	24,92 ± 7,44	1,09 ± 0,06	18,40 ± 1,69
			min-max	0,75-1,63	15,02-38,62	1,04-1,16	16,58-19,93
UM1	Paléo (n=2)	1	$\bar{m} \pm sd$	1,55 ± 0,08	25,56 ± 3,88	1,29 ± 0,07	19,97 ± 1,80
			min-max	1,49-1,61	22,82-28,31	1,24-1,34	18,70-21,24
	Méso (n=2)	2	$\bar{m} \pm sd$	0,96 ± 0,15	16,10 ± 1,53	0,91 ± 0,26	16,06 ± 2,91
			min-max	0,86-1,07	15,02-17,19	0,73-1,09	14,00-18,12
	Néo (n=10)	2	$\bar{m} \pm sd$	1,20 ± 0,17	18,76 ± 3,01	1,11 ± 0,11	17,54 ± 2,01
			min-max	0,99-1,49	14,66-22,66	0,96-1,33	14,50-20,58
UM2	Paléo (n=1)	1		1,61	26,75	1,54	28,78
	Méso (n=3)	2.33	$\bar{m} \pm sd$	1,04 ± 0,10	17,47 ± 1,84	1,05 ± 0,07	17,13 ± 0,93
			min-max	0,95-1,14	15,35-18,69	1,01-1,14	16,49-18,19
	Néo (n=33)	1.94	$\bar{m} \pm sd$	1,24 ± 0,23	21,34 ± 4,39	1,21 ± 0,16	20,22 ± 3,35
		min-max	0,74-1,68	10,41-29,11	0,90-1,56	14,87-29,66	
UM3	Méso (n=1)	1		1,11	23,48	1,11	20,76
	Néo (n=5)	2	$\bar{m} \pm sd$	1,13 ± 0,12	21,45 ± 2,92	1,25 ± 0,25	22,31 ± 2,93
			min-max	0,91-1,21	16,74-24,53	0,99-1,65	18,80-26,09

\bar{m} = moyenne ; sd = écart-type ; min = minimum ; max = maximum ; SD = sans dimension.

* Moyenne des degrés d'usure (Molnar 1971a).

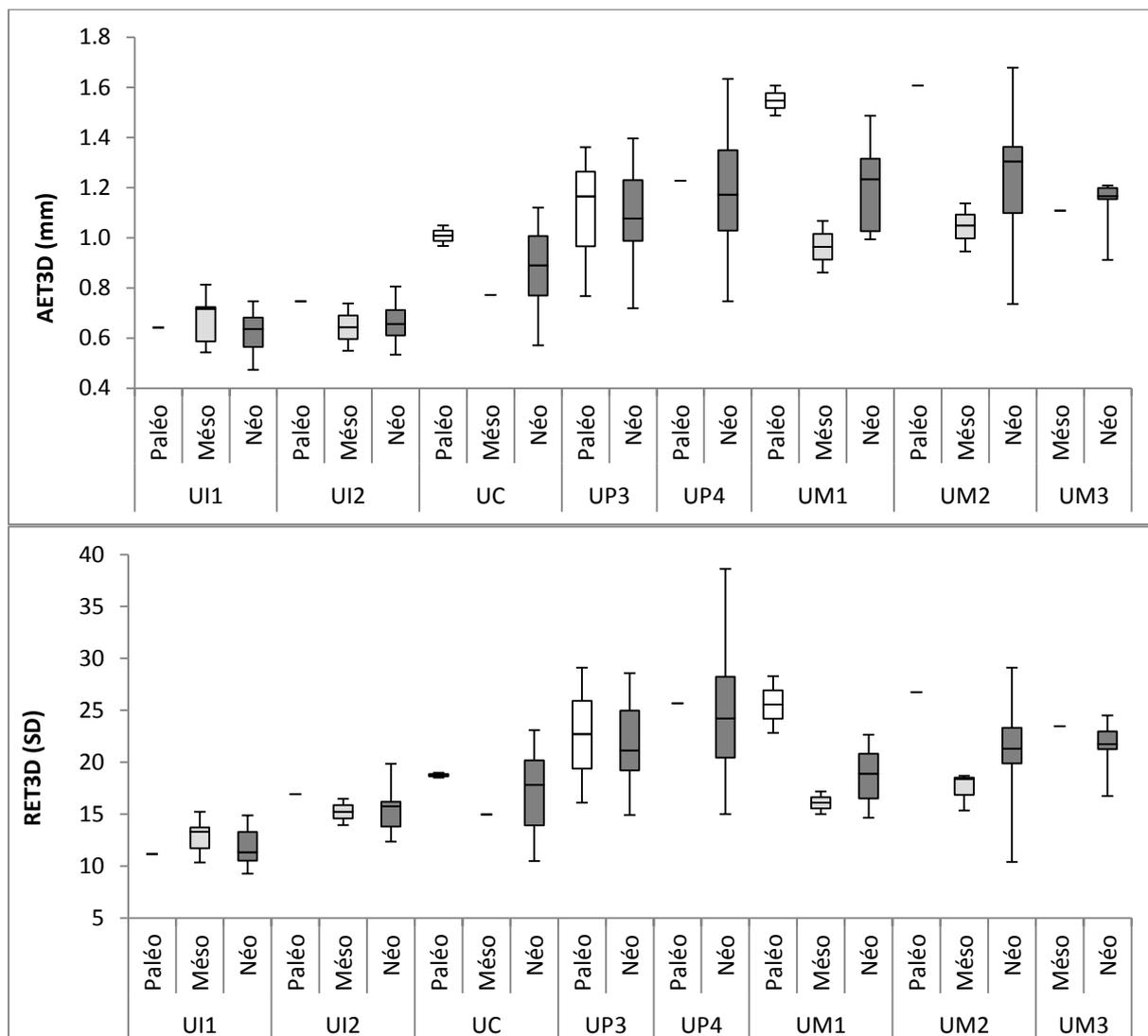


Figure 5.45. Évolution des indices AET3D (en haut) et RET3D (en bas) pour les dents permanentes supérieures. SD = sans dimension.

Les épaisseurs de l'émail en 2D et en 3D des dents permanentes inférieures de la fin du Paléolithique, du Mésolithique et du début du Néolithique sont présentées dans le **TABLEAU 5.56**. En majorité, l'émail est plus épais pour les dents inférieures paléolithiques, et les épaisseurs diminuent au Mésolithique et au Néolithique (**TABLEAU 5.56 & FIGURE 5.46**). De plus, les valeurs de AET3D et RET3D sont significativement supérieures pour les LI1 paléolithiques par rapport aux LI1 mésolithiques ($p = 0,0078$ et $p = 0,0118$). Aussi, pour les LM1 néolithiques, les valeurs AET2D et RET2D sont significativement inférieures à celles des LM1 du Paléolithique ($p = 0,0087$ et $p = 0,0438$ respectivement) et des LM1 mésolithiques ($p = 0,0122$ et $p = 0,0006$ respectivement). D'autre part, la variabilité observée est plus importante pour les épaisseurs moyennes (AET) de l'émail que pour les épaisseurs relatives de l'émail (RET), en 2D comme en 3D, notamment pour les LP4 et les LM2 mésolithiques et néolithiques (**FIGURE 5.46**).

Tableau 5.56. Évolution des épaisseurs moyennes (AET) et relatives (RET) de l'émail en 3D et en 2D pour les dents permanentes inférieures.

Dent	Période	Usure*		AET3D (mm)	RET3D (SD)	AET2D (mm)	RET2D (SD)
LI1	Paléo (n=2)	2	$\bar{m} \pm sd$	0,64 ± 0,02	16,83 ± 1,48	0,56 ± 0,04	11,93 ± 1,03
			min-max	0,62-0,66	15,79-17,88	0,54-0,68	11,20-11,88
	Méso (n=4)	3	$\bar{m} \pm sd$	0,48 ± 0,04	12,53 ± 0,99	0,52 ± 0,03	10,56 ± 1,40
			min-max	0,42-0,50	11,08-13,32	0,49-0,57	9,59-12,58
	Néo (n=6)	2	$\bar{m} \pm sd$	0,57 ± 0,09	14,29 ± 2,38	0,56 ± 0,06	11,23 ± 1,29
			min-max	0,48-0,71	11,67-17,25	0,49-0,65	9,67-12,56
LI2	Paléo (n=1)	1		0,70	18,40	0,63	13,26
	Méso (n=5)	2	$\bar{m} \pm sd$	0,61 ± 0,12	15,15 ± 2,96	0,60 ± 0,07	12,20 ± 2,10
			min-max	0,48-0,75	12,39-18,57	0,54-0,64	10,11-13,08
	Néo (n=12)	2	$\bar{m} \pm sd$	0,60 ± 0,05	14,62 ± 1,35	0,59 ± 0,05	11,67 ± 1,07
			min-max	0,51-0,65	12,23-16,21	0,52-0,66	9,80-13,08
LC	Paléo (n=2)	2	$\bar{m} \pm sd$	0,77 ± 0,12	17,33 ± 2,89	0,67 ± 0,03	11,91 ± 0,47
			min-max	0,68-0,85	15,28-19,38	0,64-0,69	11,58-12,25
	Méso (n=3)	2	$\bar{m} \pm sd$	0,72 ± 0,19	15,57 ± 4,15	0,67 ± 0,08	11,32 ± 1,61
			min-max	0,50-0,84	10,78-18,02	0,58-0,72	9,58-12,75
	Néo (n=9)	1	$\bar{m} \pm sd$	0,79 ± 0,12	16,49 ± 2,67	0,68 ± 0,08	11,41 ± 1,54
min-max			0,65-1,04	11,89-19,99	0,58-0,79	8,58-13,60	
LP3	Paléo (n=3)	1	$\bar{m} \pm sd$	1,08 ± 0,10	22,81 ± 6,07	1,05 ± 0,05	18,83 ± 2,59
			min-max	0,97-1,15	17,98-29,63	1,00-1,10	16,97-21,80
	Méso (n=2)	2	$\bar{m} \pm sd$	1,05 ± 0,18	22,52 ± 3,38	1,00 ± 0,11	17,88 ± 2,09
			min-max	0,92-1,17	20,13-24,91	0,92-1,08	16,40-19,36
	Néo (n=9)	2	$\bar{m} \pm sd$	0,99 ± 0,15	22,44 ± 4,02	0,87 ± 0,16	16,86 ± 1,70
min-max			0,80-1,26	18,75-32,43	0,56-1,18	13,60-19,76	
LP4	Paléo (n=3)	1	$\bar{m} \pm sd$	1,36 ± 0,08	26,84 ± 2,20	1,06 ± 0,29	20,11 ± 1,78
			min-max	1,31-1,45	24,96-29,26	0,73-1,26	18,09-21,42
	Méso (n=2)	2	$\bar{m} \pm sd$	1,20 ± 0,36	25,14 ± 7,50	1,12 ± 0,24	19,88 ± 3,69
			min-max	0,95-1,45	19,84-30,44	0,95-1,29	17,27-22,49
	Néo (n=7)	1	$\bar{m} \pm sd$	1,24 ± 0,24	27,26 ± 7,47	1,22 ± 0,29	22,61 ± 6,15
min-max			1,06-1,62	20,48-42,48	1,00-1,82	17,51-34,95	
LMI	Paléo (n=6)	2	$\bar{m} \pm sd$	1,27 ± 0,19	18,97 ± 3,41	1,16 ± 0,09	18,73 ± 2,21
			min-max	0,95-1,49	13,12-23,55	1,00-1,24	14,86-20,73
	Méso (n=4)	2	$\bar{m} \pm sd$	1,27 ± 0,15	19,99 ± 1,96	1,17 ± 0,06	20,38 ± 1,27
			min-max	1,04-1,39	17,07-21,32	1,09-1,23	19,04-21,92
	Néo (n=11)	2	$\bar{m} \pm sd$	1,16 ± 0,19	18,64 ± 3,46	1,00 ± 0,11	16,82 ± 1,39
min-max			0,85-1,40	13,93-26,04	0,77-1,11	14,47-19,53	

(suite)	Période	Usure*	AET3D (mm)	RET3D (SD)	AET2D (mm)	RET2D (SD)	
	Paléo (n=1)	1	1,59	26,52	1,32	24,86	
	Méso (n=4)	2	$\bar{m} \pm sd$	$1,31 \pm 0,04$	$22,12 \pm 0,82$	$1,29 \pm 0,51$	$22,31 \pm 8,85$
LM2			min-max	1,28-1,34	21,54-22,70	0,87-2,04	15,04-35,15
	Néo (n=12)	2	$\bar{m} \pm sd$	$1,31 \pm 0,19$	$22,32 \pm 3,51$	$1,14 \pm 0,14$	$20,14 \pm 2,66$
			min-max	0,97-1,71	15,74-29,37	0,94-1,41	15,22-25,14
	Paléo (n=1)	2	1,36	24,26	1,03	19,70	
LM3	Méso (n=3)	3	$\bar{m} \pm sd$	$1,05 \pm 0,22$	$16,92 \pm 3,91$	$0,98 \pm 0,10$	$17,48 \pm 2,03$
			min-max	0,80-1,23	12,84-20,63	0,86-1,05	15,22-19,13
	Néo (n=1)	4	1,30	23,21	1,17	18,87	

\bar{m} = moyenne ; sd = écart-type ; min = minimum ; max = maximum ; SD = sans dimension.

* Moyenne des degrés d'usure (Molnar 1971a).

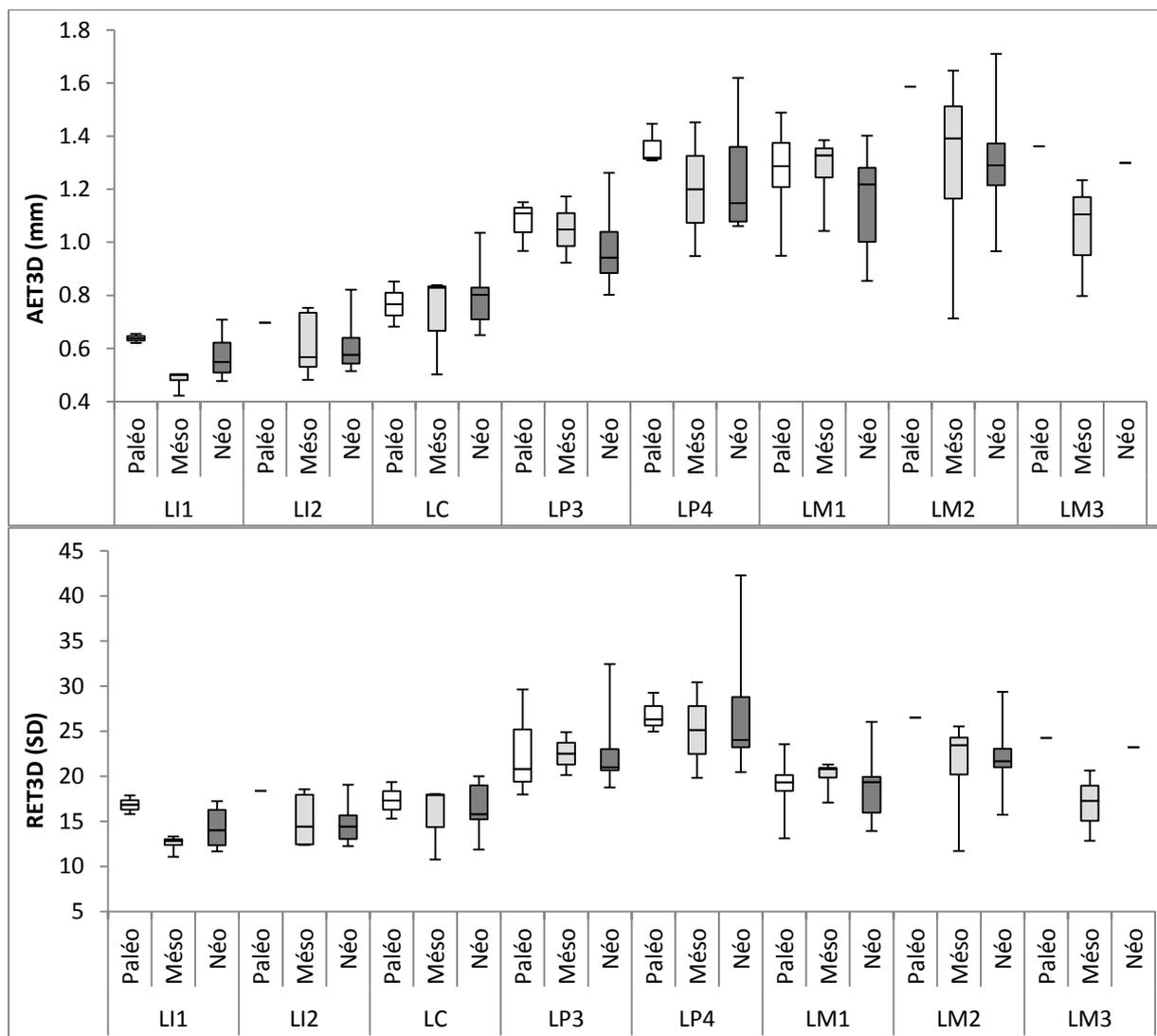


Figure 5.46. Évolution des indices AET3D (en haut) et RET3D (en bas) pour les dents permanentes inférieures. SD = sans dimension.

Les différences significatives pour les dents permanentes sont données dans le TABLEAU 5.57.

Tableau 5.57. Résultats significatifs du test *t* de Student pour la comparaison des épaisseurs moyennes (AET) et relatives (RET) de l'émail en 3D et en 2D entre les dents permanentes des différentes périodes.

Dents	AET3D	RET3D	AET2D	RET2D
UM1	Paléo > Méso Paléo > Néo	Paléo > Néo		
UM2	Paléo > Méso	Paléo > Méso	Paléo > Méso Paléo > Néo	Paléo > Méso Paléo > Néo
LI1	Paléo > Méso	Paléo > Méso		
LM1			Paléo > Néo Méso > Néo	Paléo > Néo Méso > Néo

5.3.2.2. Cartographie de l'épaisseur de l'émail

À titre d'illustration, les cartographies comparatives de la distribution des épaisseurs de l'émail sont présentées pour les incisives, les canines et les molaires permanentes supérieures (**FIGURE 5.47**) et inférieures (**FIGURE 5.48**). Les épaisseurs de l'émail sont standardisées par rapport à l'épaisseur maximale mesurée pour chaque type de dents dans l'ensemble de l'échantillon. Pour chaque période, les cartographies ont été réalisées sur les dents les moins usées et dont les valeurs des variables se rapprochent le plus de la moyenne de leur groupe.

Pour les dents supérieures, les épaisseurs de l'émail des incisives et des canines sont les plus faibles au niveau du collet et plus fortes vers la face occlusale (**FIGURE 5.47**). Les incisives mésolithiques montrent des valeurs d'épaisseurs d'émail plus fortes que celles des dents paléolithiques et néolithiques, mais toutes montrent des épaisseurs maximales d'émail situées dans le tiers apical de la face buccale. Pour les molaires supérieures, si celles du Paléolithique montrent des valeurs plus fortes que celles du Mésolithique et du Néolithique, les distributions des épaisseurs de l'émail sont similaires pour toutes les périodes. En effet, une hétérogénéité est présente entre les côtés buccaux et linguaux : les cuspides buccales montrent les épaisseurs d'émail les plus faibles alors que les épaisseurs maximales sont localisées sur les cuspides linguales, en particulier sur les aspects latéraux des cuspides linguales.

Pour les dents inférieures, les distributions des épaisseurs de l'émail sont relativement similaires entre les dents antérieures des trois périodes considérées, avec des épaisseurs plus importantes dans le tiers apical de la face buccale (**FIGURE 5.48**). Les épaisseurs d'émail sont plus importantes pour les canines néolithiques que pour les LC paléolithiques et mésolithiques. Pour les molaires inférieures, les épaisseurs de l'émail sont légèrement plus importantes en position buccale. Comparées aux molaires supérieures, les distributions de l'épaisseur de l'émail sont moins hétérogènes entre les côtés buccaux et linguaux des molaires inférieures. Cependant, les épaisseurs maximales d'émail sont localisées sur la cuspide buccodistale pour les LM2 des trois périodes.

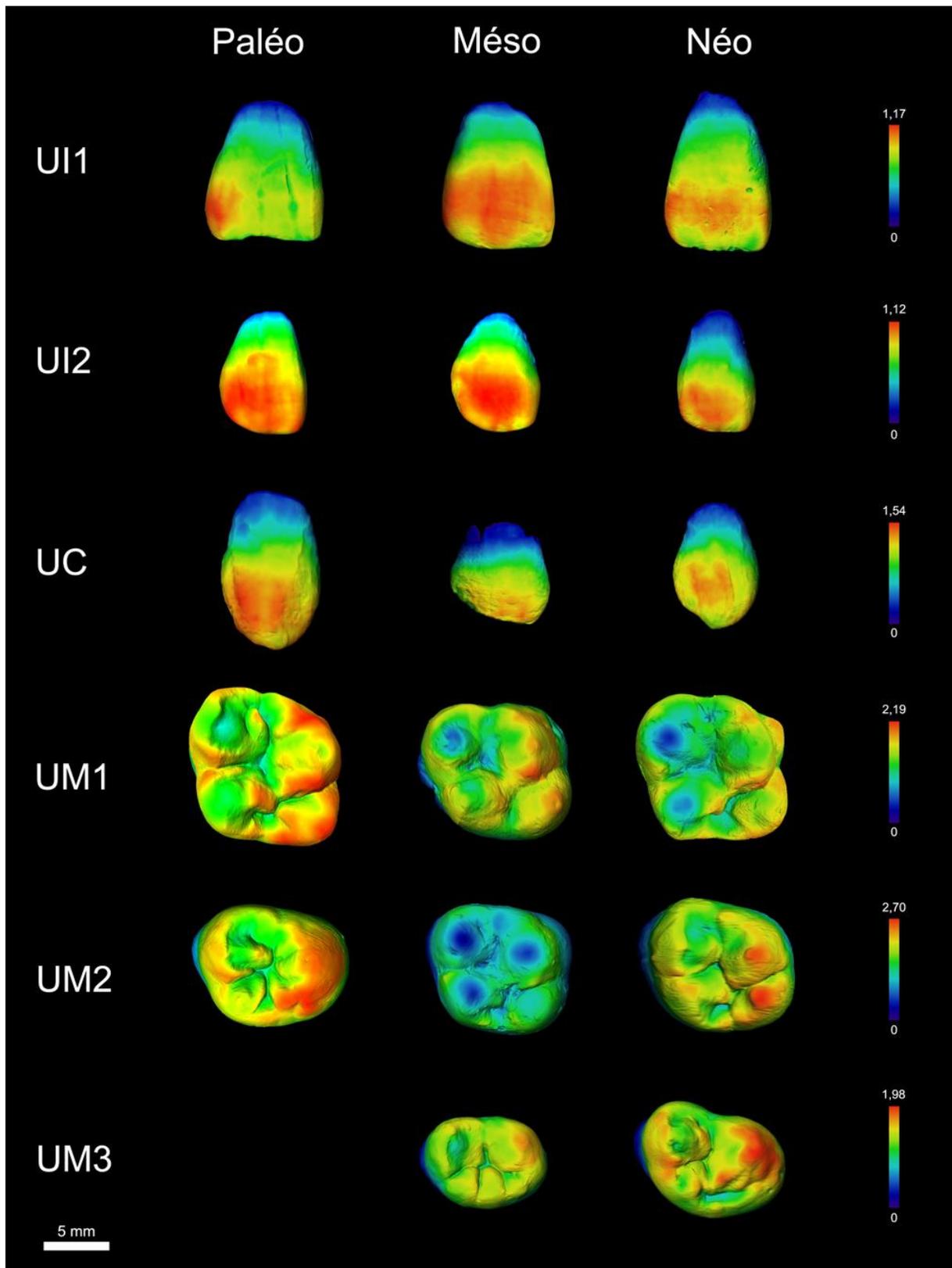


Figure 5.47. Cartographies comparatives de l'épaisseur de l'émail des incisives, des canines et des molaires permanentes supérieures datées de la fin du Paléolithique (Paléo), du Mésolithique (Méso) et du début du Néolithique (Néo). Les dents antérieures (en vue buccale) et les dents postérieures (en vue occlusale) les moins usées de chaque période ont été choisies pour représenter la condition moyenne de l'épaisseur de l'émail pour chacune des périodes. Les dents sont toutes illustrées comme des dents droites.

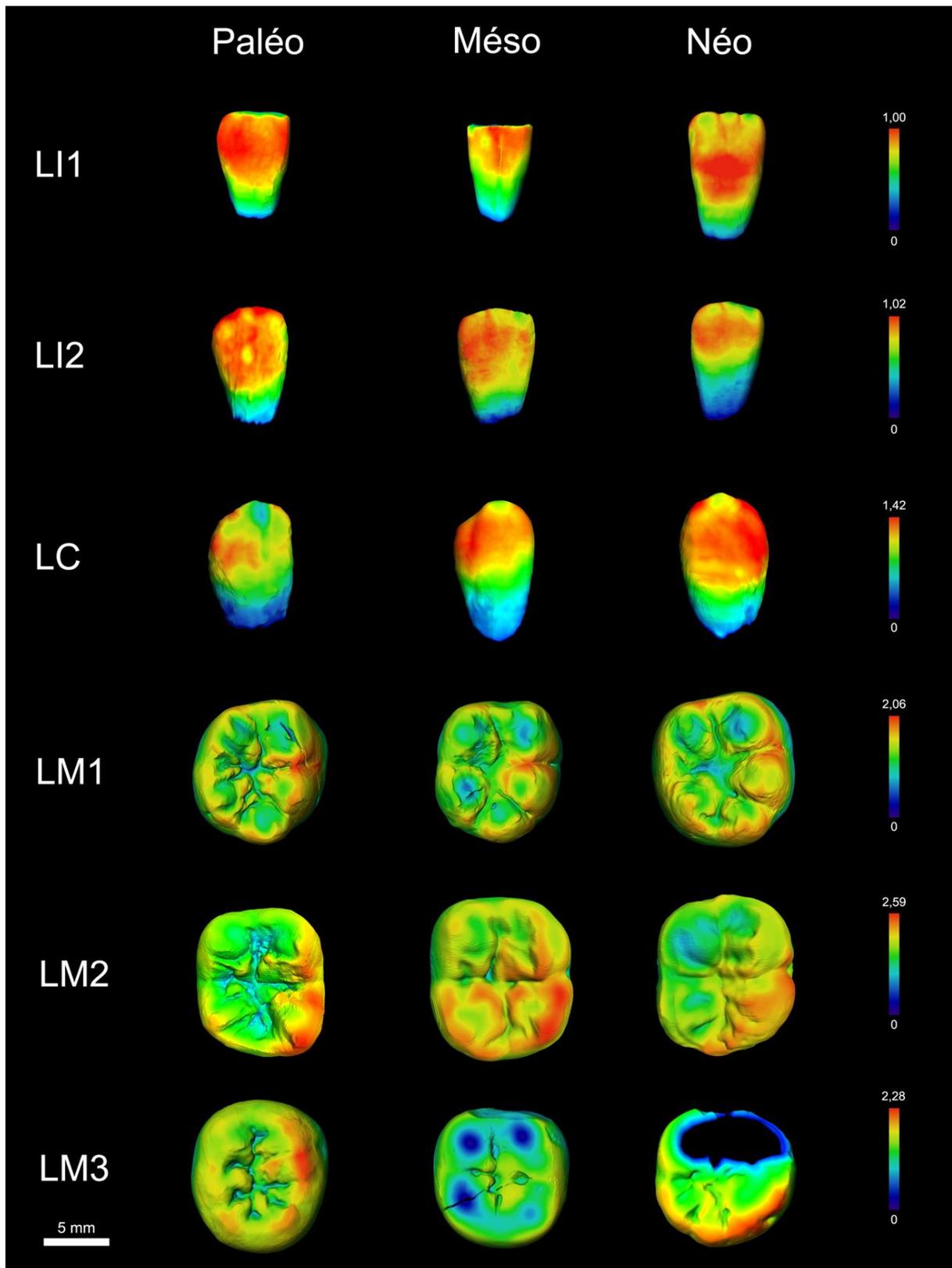


Figure 5.48. Cartographies comparatives de l'épaisseur de l'émail des incisives, des canines et des molaires permanentes inférieures datées de la fin du Paléolithique (Paléo), du Mésolithique (Méso) et du début du Néolithique (Néo). Les dents antérieures (en vue buccale) et les dents postérieures (en vue occlusale) les moins usées de chaque période ont été choisies pour représenter la condition moyenne de l'épaisseur de l'émail pour chacune des périodes. Les dents sont toutes illustrées comme des dents droites.

5.3.2.3. Variation topographique de l'épaisseur de l'émail

Les profils de la variation topographique des épaisseurs standardisées de l'émail mesurées sur les faces buccales et linguales sont présentés pour les UM2 (**FIGURE 5.49**) et les LM1 (**FIGURE 5.50**). Du côté buccal, les épaisseurs de l'émail sont globalement similaires entre les UM2 mésolithiques et néolithiques (1,3 mm en moyenne), alors que la UM2 paléolithique présente un émail fin près du collet, et des épaisseurs d'émail plus fortes (environ 3 mm) vers l'apex de la couronne (**FIGURE 5.49**). Du côté lingual, la UM2 paléolithique montre les épaisseurs d'émail les plus fortes, identiques à la face buccale. En revanche, les UM2 néolithiques possèdent un émail plus épais du côté lingual (en moyenne 1,75 mm) par rapport aux UM2 mésolithiques (1,4 mm environ). De plus, la gamme de variations des épaisseurs d'émail est plus importante pour la face linguale que pour la face buccale.

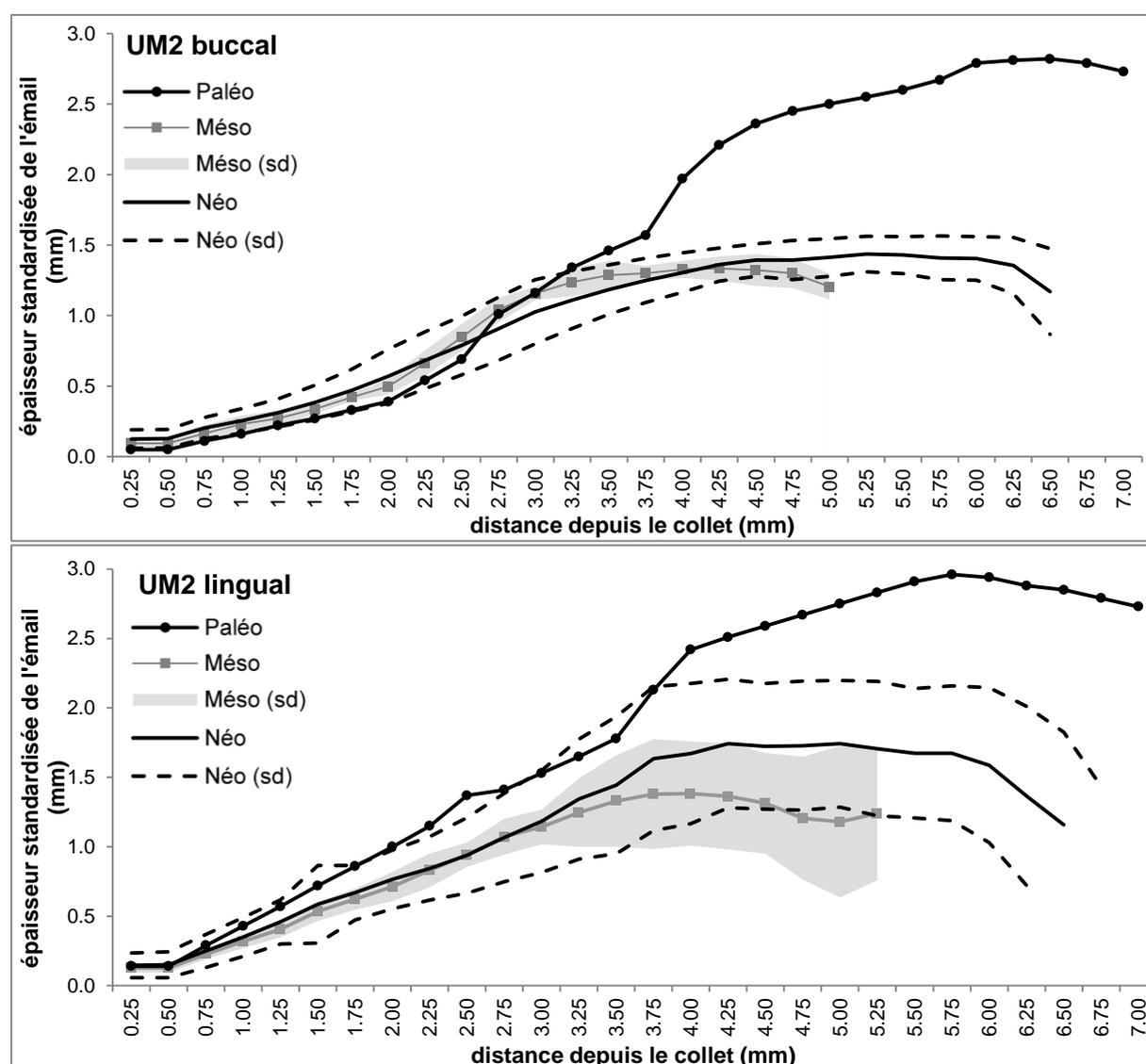


Figure 5.49. Profil de la variation topographique des faces buccale (en haut) et linguale (en bas) pour les UM2 datées de la fin du Paléolithique supérieur (Paléo), du Mésolithique (Mésó) et du début du Néolithique (Néo). sd = écart-type.

Du côté buccal, les épaisseurs de l'émail sont en moyenne les plus fortes pour les LM1 paléolithiques (1,8 mm environ) et les plus faibles pour les LM1 néolithiques (en moyenne 1,6 mm) (**FIGURE 5.50**). Du côté lingual, les LM1 paléolithiques et mésolithiques montrent des épaisseurs globalement similaires (1,8 et 1,7 mm respectivement) qui sont plus fortes que celles des LM1 néolithiques (1,5 mm en moyenne). De plus, la gamme de variations des épaisseurs standardisées de l'émail pour les LM1 paléolithiques et mésolithiques se situent systématiquement au dessus de la moyenne des épaisseurs mesurées pour les LM1 néolithiques. Si la gamme de variations est plus forte pour les LM1 néolithiques, ces dernières possèdent en moyenne un émail plus épais du côté buccal que du côté lingual.

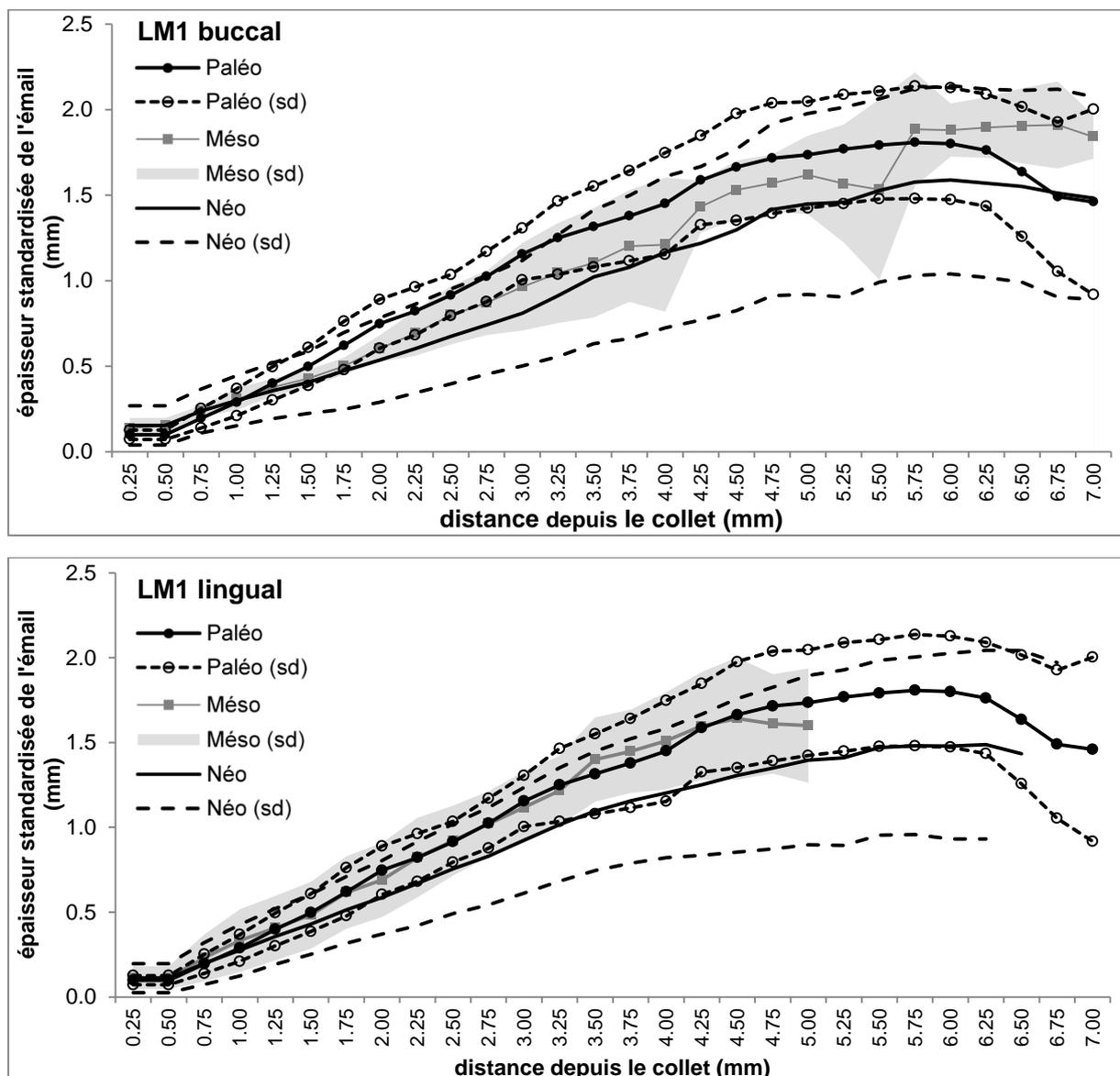


Figure 5.50. Profil de la variation topographique des faces buccale (en haut) et linguale (en bas) pour les LM1 datées de la fin du Paléolithique supérieur (Paléo), du Mésolithique (Més) et du début du Néolithique (Néo). sd = écart-type.

5.3.2.4. Épaisseurs linéaires de l'émail

Sur les molaires déciduales et permanentes du Paléolithique, les épaisseurs linéaires de l'émail ont été mesurées à trois positions similaires (latérale, apicale et occlusale) sur les cuspides linguales et buccales, respectivement. Seules les molaires dont le degré d'usure est inférieur ou égal à 3 (Molnar 1971a) ont été retenues. Malgré tout, certaines mesures n'ont pu être prises en raison de la localisation de l'usure.

Les épaisseurs linéaires de l'émail augmentent depuis les molaires les plus mésiales vers les molaires les plus distales de l'arcade, et cette augmentation distale des épaisseurs de l'émail est constatée à la fois pour l'arcade supérieure et pour l'arcade inférieure (**TABLEAU 5.58**).

Tableau 5.58. Mesures des épaisseurs linéaires de l'émail pour les molaires déciduales et permanentes datées de la fin du Paléolithique.

Dent N	Cuspide linguale			Cuspide buccale		
	LLT (mm)	LCT (mm)	LOT (mm)	BOT (mm)	BCT (mm)	BLT (mm)
Udm1 3 $\bar{m} \pm sd$	1,01 ± 0,29	0,44*	0,60 ± 0,10	0,78 ± 0,36	0,42 ± 0,23	0,98 ± 0,42
Udm2 4 $\bar{m} \pm sd$	1,11 ± 0,12	0,62 ± 0,07	0,89 ± 0,21	0,80 ± 0,32	0,85 ± 0,28	1,14 ± 0,19
UM1 4 $\bar{m} \pm sd$	1,95 ± 0,16	1,66 ± 0,25	1,63 ± 0,23	1,33 ± 0,21	0,72 ± 0,15	1,50 ± 0,05
UM2 1	2,05	1,47	2,20	1,35	1,79	1,91
Ldm1 4 $\bar{m} \pm sd$	0,60 ± 0,02	0,34 ± 0,15	0,45 ± 0,12	0,54 ± 0,09	0,27 ± 0,12	0,73 ± 0,03
Ldm2 4 $\bar{m} \pm sd$	0,74 ± 0,33	0,47 ± 0,08	0,70 ± 0,20	0,79 ± 0,01	0,33 ± 0,23	1,20 ± 0,18
LM1 6 $\bar{m} \pm sd$	1,51 ± 0,21	0,79 ± 0,45	1,15 ± 0,15	1,00 ± 0,37	0,81 ± 0,44	1,59 ± 0,15
LM2 1	1,83	1,36	1,09	1,32	1,63	1,92
LM3 2	1,50-1,53	0,90-1,23	1,24-1,32	1,30-1,32	1,12-1,37	1,73-1,73

LLT = épaisseur latérale de la cuspide linguale ; LCT = épaisseur de l'apex de la cuspide linguale ; LOT = épaisseur occlusale de la cuspide linguale ; BLT = épaisseur latérale de la cuspide buccale ; BCT = épaisseur de l'apex de la cuspide buccale ; BOT = épaisseur occlusale de la cuspide buccale.

* mesures qui n'ont pas pu être prises sur toutes les dents en raison de l'usure occlusale.

\bar{m} = moyenne ; sd = écart-type.

Pour chacune des cuspides d'une même molaire, l'émail est systématiquement plus épais dans son aspect latéral que dans ses aspects apical et occlusal. Pour les molaires supérieures, l'épaisseur latérale de la cuspide linguale (LLT) est plus importante que celle de la cuspide buccale (BLT) ; l'inverse est constaté pour la cuspide buccale, où BLT est plus épaisse que LLT (**TABLEAU 5.58**). Dans l'ensemble, les épaisseurs linéaires de l'émail des molaires déciduales inférieures sont plus fortes pour la cuspide buccale avec, pour les Ldm1, des épaisseurs d'émail latérale et occlusale de la cuspide buccale significativement supérieures à

leur équivalent sur la cuspide linguale (**TABLEAU 5.59**). Cependant, l'épaisseur de l'émail au sommet de la cuspide linguale (LCT) est plus forte que son équivalent buccal pour les Ldm1 et les Ldm2, ce qui est probablement dû à une usure occlusale plus importante au sommet de la cuspide buccale. De même, pour les molaires déciduales supérieures, l'épaisseur de l'émail au sommet de la cuspide buccale (BLT) est supérieure celle de la cuspide linguale (LCT), cette dernière n'ayant pu être mesurée sur deux dents en raison de l'usure. Pour les UM1 et les UM2, les trois mesures d'épaisseurs linéaires de l'émail (latérale, apicale et occlusale) sont plus fortes du côté lingual, et ces valeurs sont significativement supérieures au côté buccal pour les UM1 (**TABLEAU 5.59**). L'inverse est observé pour les molaires permanentes inférieures, avec des mesures linéaires plus fortes pour le côté buccal, mais seules les LM3 montrent une épaisseur de BLT significativement supérieure à LLT ($p = 0,0443$).

Tableau 5.59. Résultats significatifs pour le test t de Student réalisés entre les mesures linéaires de l'émail des cuspides et au sein d'une même cuspide pour les molaires datées de la fin du Paléolithique.

Test t de Student	Udm1	Udm2	UM1	Ldm1	Ldm2	LM1	LM3
Entre les cuspides linguales et buccales	LLT vs BLT		0,0251	0,0006			0,0443
	LCT vs BCT		0,0058	0,0006			
	LOT vs BOT		0,0268	0,0082			
Au sein de la cuspide linguale	LLT vs LCT	0,0012		0,0410		0,0138	
	LCT vs LOT				0,00512		
	LLT vs LOT					0,0194	
Au sein de la cuspide buccale	BLT vs BCT		0,0154	0,0208	0,0056		
	BCT vs BOT		0,0254				
	BLT vs BOT	0,0266	0,0191				0,0015

Voir le **TABLEAU 5.58** pour la légende des abréviations.

Au sein de la cuspide linguale, l'épaisseur latérale est toujours supérieure aux épaisseurs apicale et occlusale (**TABLEAU 5.58**), et cette différence est significative pour les Udm2, les Ldm1 et les LM1. En majorité, l'épaisseur au sommet de la cuspide linguale (LCT) est la plus faible et l'épaisseur occlusale (LOT) est significativement supérieure à LCT pour les Ldm2.

Au sein de la cuspide buccale de toutes les molaires, l'épaisseur latérale (BLT) est plus importante que les épaisseurs apicale (BCT) et occlusale (BOT), avec, dans le premier cas, des différences significatives pour les UM1, les Ldm1 et les Ldm2, et, dans le second cas, pour les Udm1, les Udm2 et les LM1 (**TABLEAU 5.59**). Enfin, l'épaisseur occlusale de la

cuspidé buccale est majoritairement plus importante que celle mesurée au sommet de la cuspidé buccale. Pour les molaires déciduales et permanentes mésolithiques dont le degré d'usure est inférieur ou égal à 3 (Molnar 1971a), les épaisseurs linéaires de l'émail augmentent mésiodistalement entre les molaires de l'arcade supérieure et entre celles de l'arcade inférieure (**TABLEAU 5.60**). Pour les molaires déciduales comme pour les molaires permanentes, l'aspect latéral des cuspidés présente systématiquement les épaisseurs de l'émail les plus importantes : pour les molaires supérieures, l'épaisseur latérale est la plus forte sur la cuspidé linguale, alors que pour les molaires inférieures, elle est plus importante sur la cuspidé buccale (**TABLEAU 5.60**).

Tableau 5.60. Mesures des épaisseurs linéaires de l'émail pour les molaires déciduales et permanentes datées du Mésolithique.

Dent	N	Cuspidé linguale			Cuspidé buccale		
		LLT (mm)	LCT (mm)	LOT (mm)	BOT (mm)	BCT (mm)	BLT (mm)
Udm2	2	1,05-1,26	0,47-0,98	0,53-0,83	0,59-0,61	*	0,53-1,01
UM1	3	$\bar{m} \pm sd$ 1,18 \pm 0,47	1,04 \pm 0,92	0,98 \pm 0,36	0,80 \pm 0,33	0,92*	1,15 \pm 0,30
UM2	3	$\bar{m} \pm sd$ 1,55 \pm 0,57	0,41 \pm 0,26	1,17 \pm 0,02	1,10 \pm 0,33	0,67 \pm 0,55	1,49 \pm 0,17
UM3	1	1,73	1,58	1,53	1,60	1,08	1,33
Ldm1	2	0,55-0,57	*	*	*	*	0,61-0,70
Ldm2	1	0,78	0,44	0,65	0,89	0,64	1,02
LM1	6	$\bar{m} \pm sd$ 1,51 \pm 0,13	0,98 \pm 0,41	1,34 \pm 0,15	1,31 \pm 0,10	0,86 \pm 0,44	1,65 \pm 0,14
LM2	3	$\bar{m} \pm sd$ 1,33 \pm 0,53	1,44 \pm 0,35	1,73 \pm 0,51	1,15 \pm 0,77	1,89 \pm 0,26	*
LM3	3	$\bar{m} \pm sd$ 1,22 \pm 0,50	0,32*	1,05 \pm 0,16	1,08 \pm 0,06	0,11*	1,49 \pm 0,31

Voir le **TABLEAU 5.58** pour la légende des abréviations.

* mesures qui n'ont pas pu être prises sur toutes les dents en raison de l'usure occlusale.

\bar{m} = moyenne ; sd = écart-type.

Pour les molaires déciduales, peu de mesures ont pu être prises en raison de l'usure occlusale importante. Cependant, pour les Ldm1 et les Ldm2, les épaisseurs apicale et occlusale de la cuspidé linguale (LCT et LOT) sont plus faibles que leurs équivalentes sur la cuspidé buccale (BCT et BOT). Pour les molaires permanentes, les épaisseurs occlusales sont plus importantes sur la cuspidé linguale (LOT) que sur la cuspidé buccale (BOT). Aussi, les tests de Student montrent que l'épaisseur latérale de la cuspidé linguale (LLT) est significativement supérieure à celle de la cuspidé buccale (BLT) pour les UM2 ($p = 0,0244$), alors que BLT est significativement supérieure à LLT pour les LM1 ($p = 0,0174$) (**TABLEAU 5.61**).

Au sein de la cuspide linguale, l'épaisseur latérale de la cuspide linguale (LLT) est toujours supérieure aux épaisseurs apicale (LCT) et occlusale (LOT) (**TABLEAU 5.60**). Pour les molaires supérieures, l'épaisseur occlusale de la cuspide linguale est plus importante que l'épaisseur au sommet de la cuspide, alors que l'inverse est observé pour les molaires inférieures, avec une épaisseur occlusale significativement supérieure à l'épaisseur apicale de l'émail pour les LM1 ($p = 0,0478$) (**TABLEAU 5.61**).

Au sein de la cuspide buccale, l'épaisseur latérale (BLT) est la plus forte pour toutes les molaires (sauf pour la UM3) et l'émail est plus épais en position occlusale (BOT) qu'au sommet de la cuspide (BCT). Enfin, pour les LM1, l'épaisseur latérale de la cuspide buccale est significativement supérieure aux épaisseurs apicale et occlusale (BCT et BOT).

Tableau 5.61. Résultats significatifs pour le test *t* de Student réalisés entre les mesures linéaires de l'émail des cuspidés et au sein d'une même cuspide pour les molaires datées du Mésolithique.

Test <i>t</i> de Student	UM1	UM2	LM1
Entre les cuspidés linguale et buccale	LLT vs BLT	0,0244	0,0174
	LCT vs BCT	0,0352	
	LOT vs BOT		
Au sein de la cuspide linguale	LLT vs LCT		0,0281
	LCT vs LOT		0,0478
	LLT vs LOT		
Au sein de la cuspide buccale	BLT vs BCT		0,0369
	BCT vs BOT		
	BLT vs BOT	0,0223	0,0063

Voir le **TABLEAU 5.58** pour la légende des abréviations.

Pour le Néolithique, les épaisseurs linéaires de l'émail des molaires déciduales et permanentes sont données dans le **TABLEAU 5.62**. Sur les arcades supérieure et inférieure, l'épaisseur de l'émail augmente distalement entre les molaires déciduales et permanentes. Cependant, la UM3 présente des épaisseurs d'émail plus faibles que la UM2.

La cuspide linguale est systématiquement plus épaisse au niveau latéral (LLT) pour les molaires supérieures. Pour les molaires inférieures, l'épaisseur est la plus importante sur le côté latéral de la cuspide buccale (BLT) (**TABLEAU 5.62**). Entre les cuspidés d'une même molaire, les deux cuspidés sont toujours les plus épaisses dans leurs aspects latéraux, avec $LLT > BLT$ pour les molaires supérieures et $BLT > LLT$ pour les molaires inférieures. De

plus, LLT est significativement supérieure à BLT pour les Udm2 ($p = 0,0201$) et les UM2 ($p = 0,0000$), alors que BLT est significativement supérieure à LLT pour les LM1 ($p = 0,0043$) (**TABLEAU 5.63**). Les épaisseurs linéaires au niveau de l'apex des cuspidés sont les plus faibles, et dans la majorité, LCT est supérieure à celle de la cuspide buccale (différence significative pour les LM1).

Tableau 5.62. Mesures des épaisseurs linéaires de l'émail pour les molaires déciduales et permanentes datées du début du Néolithique.

Dent	N	Cuspide linguale			Cuspide buccale			
		LLT (mm)	LCT (mm)	LOT (mm)	BOT (mm)	BCT (mm)	BLT (mm)	
Udm1	3	$\bar{m} \pm sd$	$1,01 \pm 0,29$	0,44*	$0,60 \pm 0,10$	$0,78 \pm 0,36$	$0,42 \pm 0,22$	$0,98 \pm 0,42$
Udm2	5	$\bar{m} \pm sd$	$1,13 \pm 0,11$	$0,65 \pm 0,31$	$0,87 \pm 0,12$	$0,75 \pm 0,32$	$0,46 \pm 0,26$	$0,98 \pm 0,09$
UM1	10	$\bar{m} \pm sd$	$1,52 \pm 0,32$	$0,65 \pm 0,36$	$1,17 \pm 0,14$	$0,97 \pm 0,20$	$0,43 \pm 0,14$	$1,39 \pm 0,15$
UM2	29	$\bar{m} \pm sd$	$1,85 \pm 0,29$	$1,31 \pm 0,63$	$1,39 \pm 0,20$	$1,43 \pm 0,26$	$1,05 \pm 0,43$	$1,56 \pm 0,12$
UM3	5	$\bar{m} \pm sd$	$1,54 \pm 0,61$	$1,01 \pm 0,61$	$1,19 \pm 0,30$	$1,22 \pm 0,20$	$0,86 \pm 0,36$	$1,48 \pm 0,06$
Ldm1	3	$\bar{m} \pm sd$	$0,52 \pm 0,05$	0,43*	$0,50 \pm 0,04$	$0,42 \pm 0,01$	0,34*	$0,60 \pm 0,04$
Ldm2	3	$\bar{m} \pm sd$	$0,93 \pm 0,18$	0,22*	0,66*	$0,53 \pm 0,03$	*	$0,82 \pm 0,29$
LM1	11	$\bar{m} \pm sd$	$1,41 \pm 0,20$	$0,77 \pm 0,33$	$1,20 \pm 0,23$	$1,11 \pm 0,21$	$0,48 \pm 0,29$	$1,50 \pm 0,22$
LM2	12	$\bar{m} \pm sd$	$1,54 \pm 0,23$	$0,93 \pm 0,33$	$1,25 \pm 0,14$	$1,40 \pm 0,28$	$0,97 \pm 0,51$	$\pm 0,27$

Voir le **TABLEAU 5.58** pour la légende des abréviations.

* mesures qui n'ont pas pu être prises sur toutes les dents en raison de l'usure occlusale.

\bar{m} = moyenne ; sd = écart-type.

Au sein de la cuspide linguale, l'épaisseur latérale (LLT) est toujours supérieure aux épaisseurs apicale (LCT) et occlusale (LOT), et l'épaisseur occlusale est toujours supérieure à l'épaisseur au sommet de la cuspide (**TABLEAU 5.62**). De plus, les résultats sont significatifs pour toutes les molaires permanentes pour $LLT > LCT$, et toutes les M1 et M2 pour $LLT > LOT$ (**TABLEAU 5.63**). L'épaisseur apicale est, quant à elle, significativement inférieure à l'épaisseur occlusale pour les UM1, les LM1 et les LM2.

Au sein de la cuspide buccale, l'épaisseur latérale (BLT) est la plus forte des épaisseurs linéaires pour toutes les molaires. Elle est significativement supérieure à l'épaisseur apicale de la cuspide buccale (BCT) pour toutes les molaires permanentes des deux arcades, et significativement supérieure à l'épaisseur occlusale (BOT pour les Udm1, les M1 et les M2 (**TABLEAU 5.63**). À nouveau, l'épaisseur de l'apex de la cuspide est la plus faible, et BCT est significativement inférieure à BOT pour les M1 et les M2.

Ainsi, pour toutes les molaires néolithiques, les épaisseurs latérales sont les plus fortes au niveau lingual pour les molaires supérieures, et au niveau buccal pour les molaires inférieures. Au sein de chaque cuspide, les relations latéral > occlusal > apical sont observées pour toutes les molaires déciduales et permanentes.

Tableau 5.63. Résultats significatifs pour le test *t* de Student réalisés entre les mesures linéaires de l'émail des cuspides et au sein d'une même cuspide pour les molaires datées du début du Néolithique.

Test <i>t</i> de Student		Udm1	Udm2	UM1	UM2	UM3	LM1	LM2
Entre les cuspides linguale et buccale	LLT vs BLT		0,0201		0,0000		0,0043	
	LCT vs BCT						0,0103	
	LOT vs BOT			0,0000				
Au sein de la cuspide linguale	LLT vs LCT			0,0019	0,0000	0,0430	0,0001	0,0001
	LCT vs LOT			0,0069			0,0002	0,0191
	LLT vs LOT			0,0004	0,0000		0,0166	0,0001
Au sein de la cuspide buccale	BLT vs BCT			0,0000	0,0000	0,0378	0,0027	0,0009
	BCT vs BOT			0,0001	0,0001		0,0109	0,0198
	BLT vs BOT	0,0245		0,0001	0,0047		0,0001	0,0001

Voir le **TABLEAU 5.58** pour la légende des abréviations.

Pour toutes les périodes, les épaisseurs linéaires de l'émail mesurées sur les molaires déciduales et permanentes sont systématiquement plus importantes dans leur aspect latéral que dans leurs aspects occlusal et apical. En effet, l'épaisseur latérale de la cuspide linguale (LLT) est plus forte que celle de la cuspide buccale (BLT) pour les molaires supérieures, alors que pour les molaires inférieures, BLT est plus importante que LLT. Au sein de la cuspide linguale, l'épaisseur occlusale (LOT) est plus forte que l'épaisseur au sommet de la cuspide (LCT) sauf pour les molaires supérieures mésolithiques où l'inverse est observé. Pour les molaires de toutes les périodes, l'épaisseur occlusale de la cuspide buccale (BOT) est plus importante qu'au sommet de la cuspide buccale (BCT). De plus, les relations entre les trois épaisseurs linéaires de l'émail de chacune des cuspides sont plus variables au Paléolithique et au Mésolithique, alors que les relations LLT > LOT > LCT et BLT > BOT > BCT sont systématiquement observées pour les molaires supérieures et inférieures du Néolithique, déciduales comme permanentes.

Dans la majorité des cas, les épaisseurs linéaires de l'émail sont les plus fortes pour les molaires paléolithiques et sont significativement différentes des épaisseurs linéaires mesurées pour les molaires néolithiques (**TABLEAU 5.64**). En particulier, ce sont les UM1 qui montrent

le plus de différences, avec toutes les variables sauf BLT significativement supérieures au Paléolithique par rapport au Néolithique. Également pour les UM1, les valeurs de LLT, LCT et BOT sont significativement supérieures au Paléolithique par rapport au Mésolithique. Enfin, LCT et BOT des UM1 mésolithiques sont significativement inférieures à ceux des UM1 néolithiques, alors que BCT est plus forte au Mésolithique qu'au Néolithique.

Tableau 5.64. Résultats significatifs du test *t* de Student pour la comparaison des mesures linéaires de l'épaisseur de l'émail entre les molaires déciduales et permanentes des différentes périodes.

Dents	Cuspide linguale			Cuspide buccale		
	LLT (mm)	LCT (mm)	LOT (mm)	BOT (mm)	BCT (mm)	BLT (mm)
UM1	Paléo > Méso Paléo > Néo	Paléo > Néo Méso < Néo	Paléo > Méso Paléo > Néo	Paléo > Méso Paléo > Néo Méso < Néo	Méso > Néo Paléo > Néo	
UM2			Paléo > Méso Paléo > Néo			Paléo > Néo
Ldm1	Paléo > Néo					Paléo > Néo
Ldm2				Paléo < Méso Paléo > Néo		
LM2	Paléo > Néo					
LM3				Paléo > Méso		

Voir le **TABLEAU 5.58** pour la légende des abréviations. Ne sont présentées que les polarités des résultats significatifs ($p < 0,05$).

5.3.3. Variation et évolution de la morphologie de la jonction émail-dentine

La morphologie de la jonction émail-dentine (JED) a été examinée pour les UM2 des individus du Magdalénien moyen (La Marche), du Premier Mésolithique (La Vergne et Les Perrats), du Néolithique ancien (Germignac, Les Bréguières) et du Néolithique moyen (Gurgy, Auneau, La Lède du Gurg, Mykolas).

Dans l'analyse en composante principale (ACP) réalisée en espace de forme, les variations de forme liées à la taille (allométrie) sont observées le long de l'axe PC1, alors que les différences de conformation sont visibles sur PC2 et PC3 (**FIGURE 5.51**). L'allométrie est importante le long de l'axe PC1 (30,21 % de l'information globale), particulièrement pour les JED des individus du Néolithique : les valeurs négatives correspondant à des JED de grande dimension et dont la hauteur des cornes de dentine pour le métacône et l'hypocône est importante. Les valeurs positives de PC1 représentent une petite JED et une faible hauteur des cornes de dentine en position distale. PC2 représente 15,86 % de l'information globale. Les JED présentant des valeurs négatives de PC2 sont caractérisées par un faible développement de la corne de dentine de l'hypocône, quasi absent pour les UM2 des individus du

Magdalénien moyen et du Mésolithique notamment. S'il n'y a pas de séparation nette entre les différentes périodes, la UM2 du Magdalénien moyen sort de la variabilité selon l'axe PC2. En revanche, les valeurs positives de PC2 montrent une corne de dentine bien développée et de hauteur importante, associée à un large bassin secondaire. Selon l'axe PC3 qui représente 13,91 % de l'information globale, les valeurs négatives correspondent à des JED dont la hauteur de la ligne cervicale à l'apex des cornes de dentine est importante. Pour les valeurs positives de PC3, les JED sont globalement peu hautes et étirées mésiodistalement.

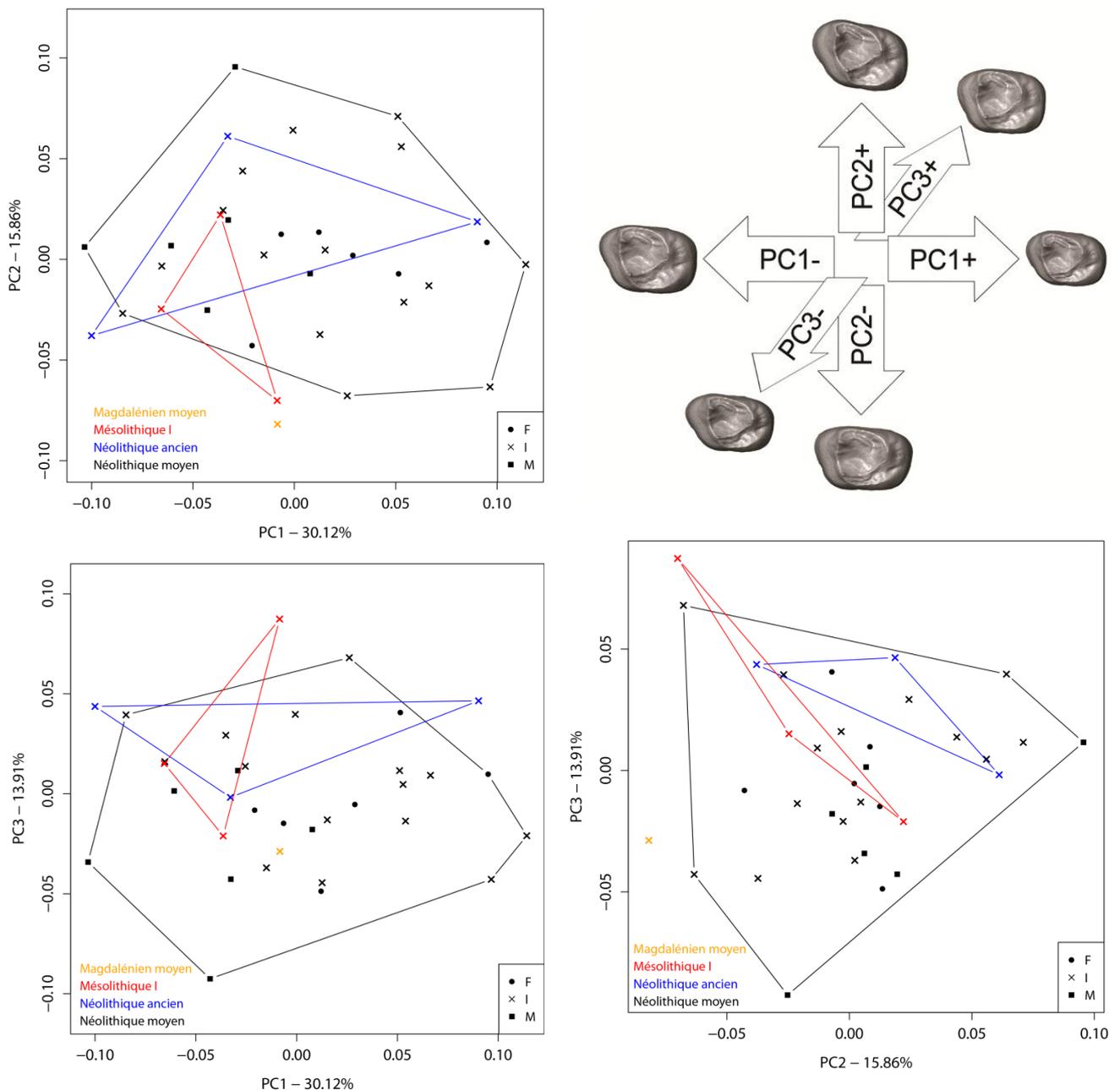


Figure 5.51. Résultat de l'ACP en espace de forme pour la JED des UM2 des différentes périodes chronoculturelles et variation de la JED (en vue occlusale, en haut à droite) selon les trois premières composantes principales (PC).

En ce qui concerne les comparaisons inter et intrasites, la variabilité de forme de la JED la plus importante est observée selon les trois axes pour Gurgy, dont l'effectif est le plus important (**FIGURE 5.52**). La variabilité de la JED pour les individus de Gurgy sera traitée dans la **SECTION 5.3.5**.

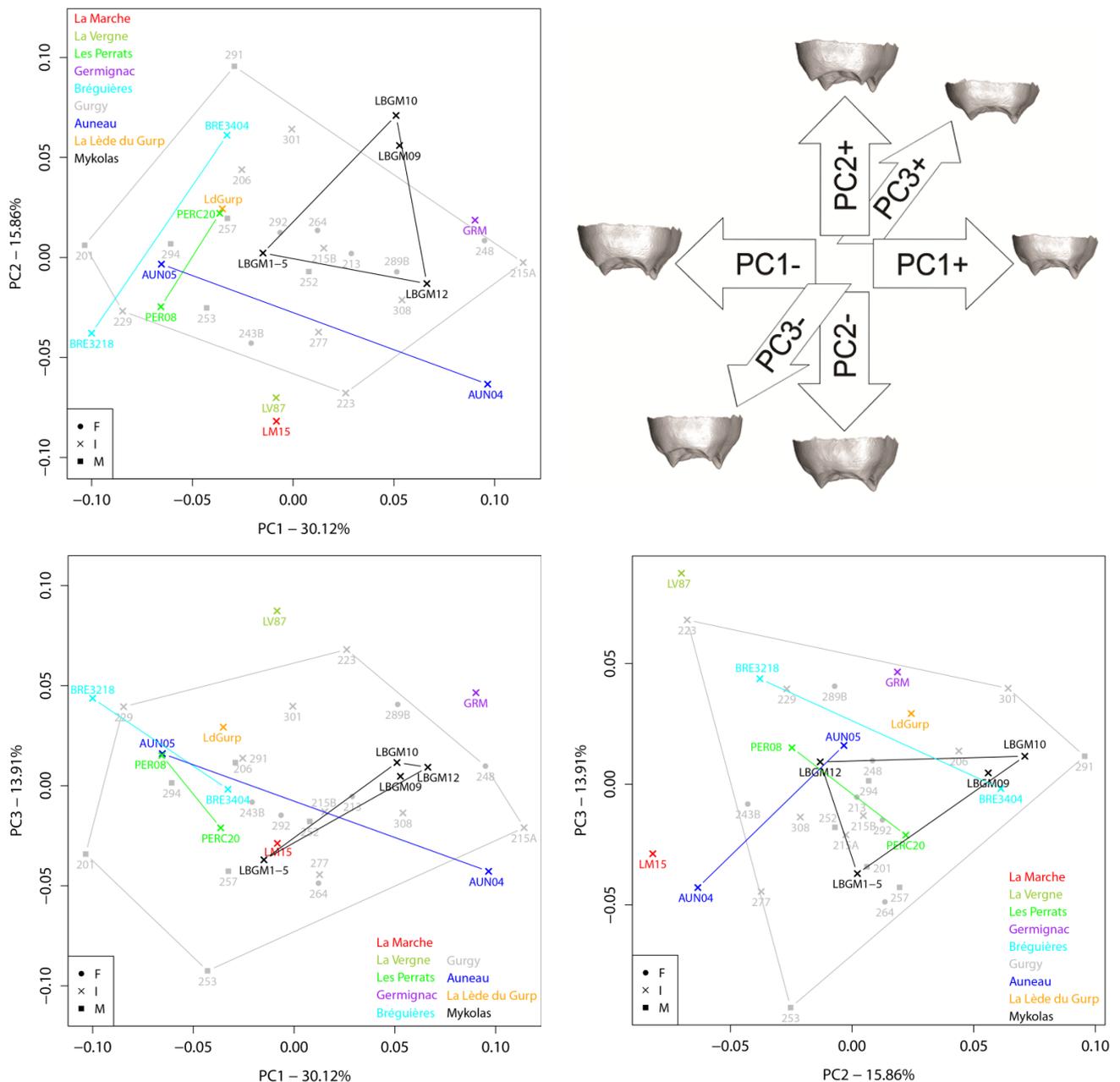


Figure 5.52. Résultat de l'ACP en espace de forme pour la JED des UM2 des différents sites et variation de la JED (en vue distale, en haut à droite) selon les trois premières composantes principales (PC).

Les JED de La Marche et de La Vergne sont très proches selon PC1 et PC2, et sortent de la variabilité observée pour le Néolithique. En revanche, les JED des UM2 des Perrats montrent une forme compatible avec la variabilité néolithique. Pour le Premier Mésolithique, la forme des JED des Perrats est différente de celle de La Vergne : les tailles globales sont plus

importantes, l'hypocône est plus développé et les cornes de dentine sont plus hautes aux Perrats qu'à La Vergne. Les JED des UM2 des individus du Néolithique ancien de Germignac et du Néolithique moyen de la Lède du Gulp présentent une conformation très proche, mais celle de Germignac a une taille plus importante. À Mykolas, trois des quatre JED ont des formes proches, mais le développement de la corne de dentine de l'hypocône est très variable. Enfin, les différences de forme de la JED entre les deux UM2 des sites des Bréguières et entre celles d'Auneau sont relativement importantes, la taille de la JED et la hauteur des cornes de dentine et notamment celles de l'hypocône étant les plus variables.

Ainsi, une variabilité importante dans la taille et la conformation est montrée pour les JED des différentes périodes. Les JED des UM2 paléolithiques et mésolithiques sont caractérisées par de grandes dimensions et, majoritairement, une absence de la corne de dentine de l'hypocône. Les individus du Néolithique ancien et du Néolithique moyen montrent la variabilité la plus importante dans les formes de la JED. En particulier, celles des individus du Néolithique moyen sont les plus variables selon les trois composantes principales. Si les différences allométriques sont équivalentes au cours du Néolithique, les JED du Néolithique ancien présentent une corne de dentine de l'hypocône toujours bien développée, associée à des hauteurs importantes de l'ensemble de la JED.

5.3.4. Microévolution à l'échelle locale

Afin d'appréhender l'évolution de l'architecture interne des dents à une échelle locale, les proportions des tissus dentaires et l'épaisseur de l'émail ont pu être comparées pour deux sites ayant livré des restes dentaires d'individus datés du Mésolithique et du Néolithique : il s'agit des sites des Perrats (**SITE N° 26 DE L'ANNEXE 3**) et d'Auneau (**SITE N°1 DE L'ANNEXE 3**).

Aux Perrats, la structure interne des Ldm1, LI2, LC, LP3, LP4 et LM1 du fragment de mandibule d'un enfant mésolithique a été comparée aux restes dentaires isolés (NMI = 2) datant du Néolithique récent. Dans l'ensemble, les dents permanentes considérées ne sont pas ou peu usées (degré 1 ou 2 de Molnar 1971a), alors que les Ldm1 présentent une usure plus importante (degré 5 pour la Ldm1 mésolithique, degré 3 pour la Ldm1 néolithique).

Les volumes de l'émail et les volumes de dentine et de pulpe des six types de dents inférieures sont présentés dans la **FIGURE 5.53**. En raison de son usure plus importante, la Ldm1 mésolithique présente un volume d'émail plus faible que la Ldm1 néolithique, dont le volume de dentine et de pulpe dans la couronne est légèrement supérieur. Pour les LI2 des Perrats, le volume d'émail et le volume de dentine et de pulpe sont quasiment identiques au Mésolithique, révélant un pourcentage de 50 % de dentine et de pulpe coronaire (%DPvol).

Ce dernier est légèrement supérieur pour les LI2 néolithiques, dont le volume de dentine et de pulpe augmente légèrement alors que le volume d'émail diminue (environ de 8 %). Par ailleurs, les volumes des tissus coronaires des LC augmentent entre le Mésolithique et le Néolithique des Perrats, et cette augmentation est plus marquée pour le volume de dentine et de pulpe que pour le volume d'émail. Les prémolaires inférieures, quant à elles, montrent une diminution particulièrement marquée du volume de l'émail (30 %) entre le Mésolithique et le Néolithique. Le volume de dentine et de pulpe coronaire des LP3 et des LP4 diminuent également (d'environ 20 %), et par la suite, le pourcentage de dentine et de pulpe dans la couronne augmente. Pour les LM1, si le volume d'émail est de 7 % plus faible au Néolithique qu'au Mésolithique, le volume de dentine et de pulpe augmente de 8 %, conduisant à un volume total de couronne similaire entre le Mésolithique et le Néolithique. Ainsi, à l'exception des Ldm1, le pourcentage de dentine et de pulpe dans la couronne augmente entre le Mésolithique et le Néolithique pour l'ensemble des dents considérées des Perrats.

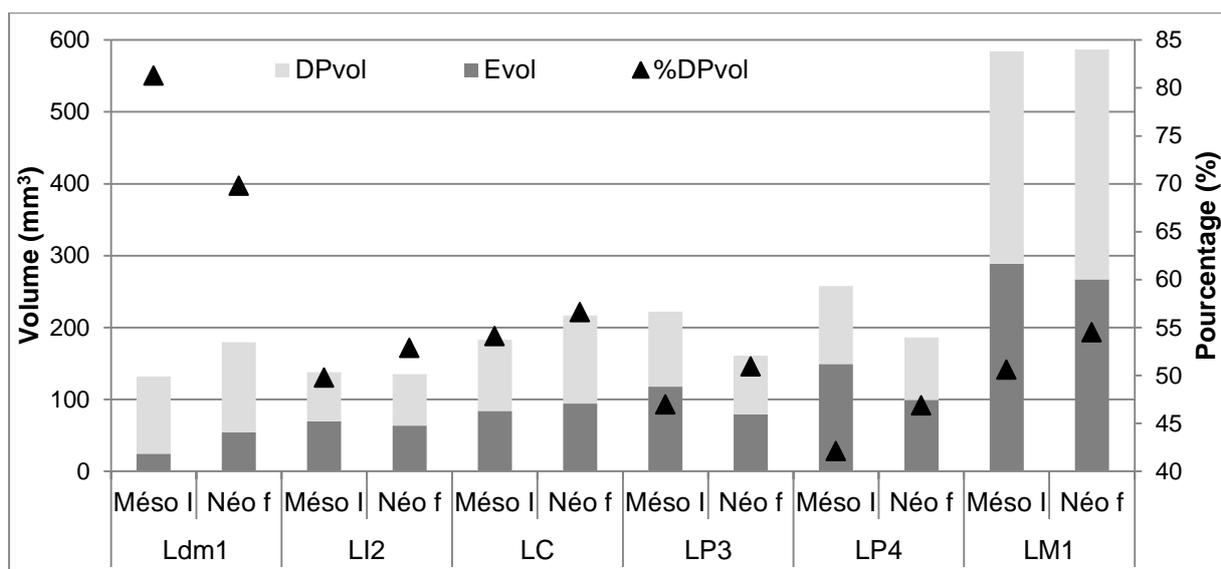


Figure 5.53. Évolution des volumes d'émail (Evol), de dentine et de pulpe (DPvol) et du pourcentage de dentine et de pulpe dans la couronne (%DPvol) pour les dents inférieures du Premier Mésolithique (Mésos I) et du Néolithique final (Néo f) des Perrats.

L'évolution des surfaces de l'émail et des surfaces de dentine et de pulpe entre les six dents inférieures mésolithiques et néolithiques des Perrats est présentée dans la **FIGURE 5.54**.

Pour les Ldm1, où les tissus enlevés par l'usure occlusale ont été reconstruits en 2D, une augmentation de la surface de dentine et de pulpe coronaire est observée entre le Mésolithique et le Néolithique, ainsi qu'une légère augmentation de la surface de l'émail. Peu de différences sont observées entre les LI2 des Perrats, bien qu'il y ait une légère réduction des surfaces des tissus (3 % pour l'émail et 0,5 % pour la dentine et la pulpe coronaire). Peu de

différences sont observées entre les LI2 des Perrats, bien qu'il y ait une légère réduction des surfaces des tissus (3 % pour l'émail et 0,5 % pour la dentine et la pulpe coronaire). Les LC mésolithiques montrent des surfaces d'émail et de dentine plus faibles que les LC néolithiques (respectivement 9 % et 20 % d'augmentation). En revanche, les surfaces de ces tissus diminuent pour les prémolaires et la première molaire inférieures, où la réduction est plus importante pour la surface de l'émail et particulièrement pour les LP4. Enfin pour toutes les dents des Perrats, le pourcentage de surface de dentine et de pulpe augmente entre le Mésolithique et le Néolithique (de moins de 1 % pour les LI2 à 7 % pour les LP4).

Ainsi, des tendances similaires de réduction des volumes et des surfaces des tissus coronaires sont observées entre le Mésolithique et le Néolithique pour les dents permanentes inférieures des Perrats, à l'exception de la LC.

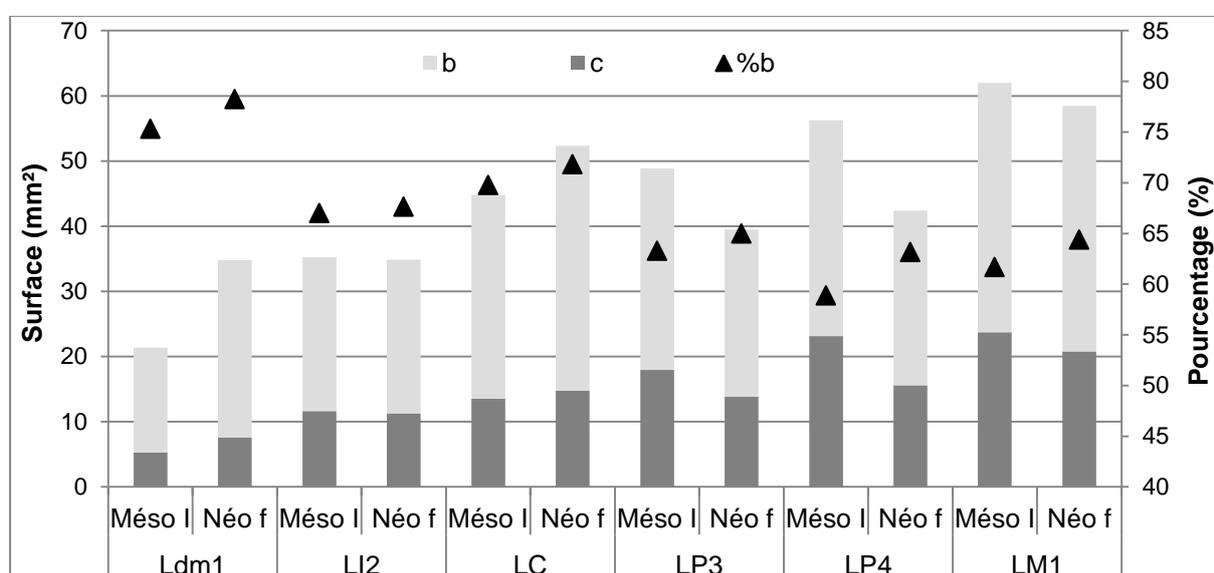


Figure 5.54. Évolution des surfaces d'émail (c), de dentine et de pulpe (b) et du pourcentage de dentine et de pulpe dans la couronne (%b) pour les dents du Premier Mésolithique (Mésos I) et du Néolithique final (Néof) des Perrats.

Les épaisseurs moyennes (AET) et relatives (RET) de l'émail, en 3D et en 2D, des dents mésolithiques et néolithiques des Perrats sont présentées dans la **FIGURE 5.55**. Une augmentation des indices AET3D et RET3D est observée entre Ldm1 mésolithiques et néolithiques, ce qui est probablement dû à l'usure plus prononcée de la Ldm1 mésolithique. Les dents permanentes inférieures mésolithiques possèdent des indices AET3D et RET3D plus forts que ceux des dents néolithiques. La diminution des épaisseurs de l'émail entre le Mésolithique et le Néolithique est la plus prononcée pour les LP3 et les LP4 (en moyenne 25 % pour le AET3D, et 20 % pour le RET3D). En 2D également, une diminution des indices d'épaisseur de l'émail est constatée pour tous les types de dents (Ldm1 comprise). Cependant,

cette réduction est quasiment nulle pour le AET2D des LC (0,6 %) et des Ldm1 (0,8 %). Entre le Mésolithique et le Néolithique, les indices AET2D et RET2D des LI2 et des LM1 montrent une réduction moins marquée que pour les LP3 et les LP4 (**FIGURE 5.55**).

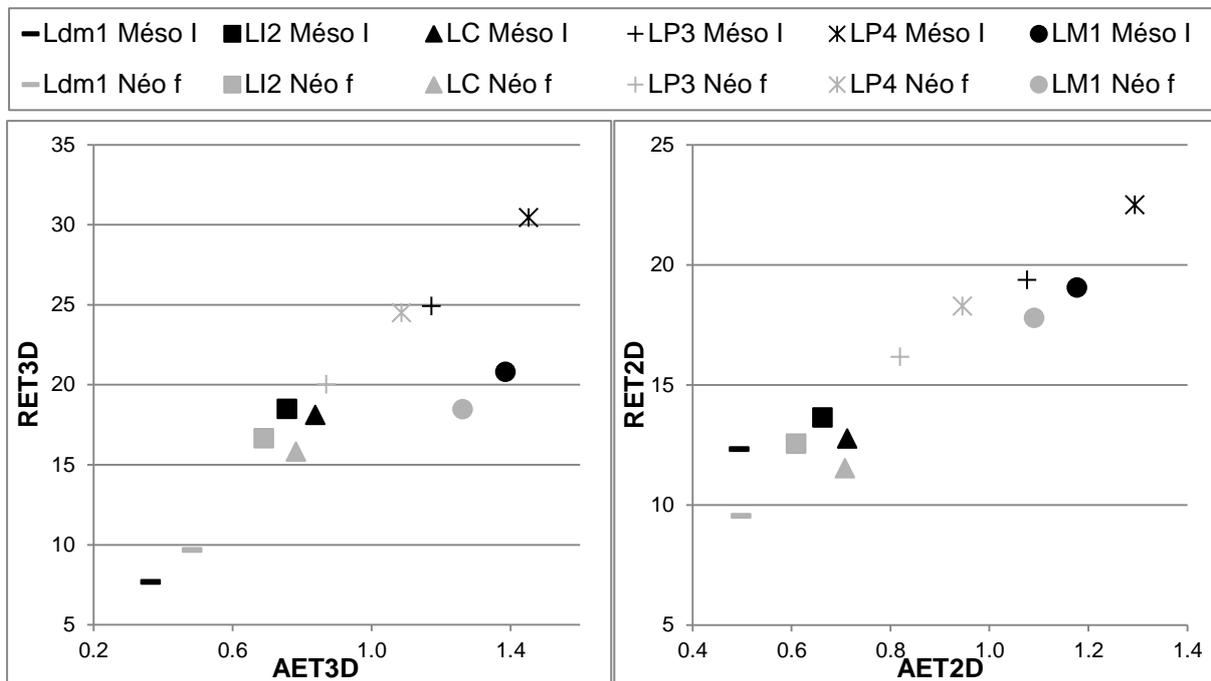


Figure 5.55. Évolution des indices AET3D et RET3D (à gauche), et AET2D et RET2D (à droite) pour les dents du Premier Mésolithique (Mésol I) et du Néolithique final (Néo f) des Perrats.

Les cartographies comparatives des Perrats (**FIGURE 5.56**) montrent des épaisseurs maximales de l'émail sur le côté buccal des LM1 mésolithiques et néolithiques. L'hétérogénéité est plus marquée pour la LM1 néolithique, et malgré l'usure plus forte de la LM1 mésolithique, la cuspidé buccodistale présente les valeurs d'épaisseurs maximales pour les deux périodes.

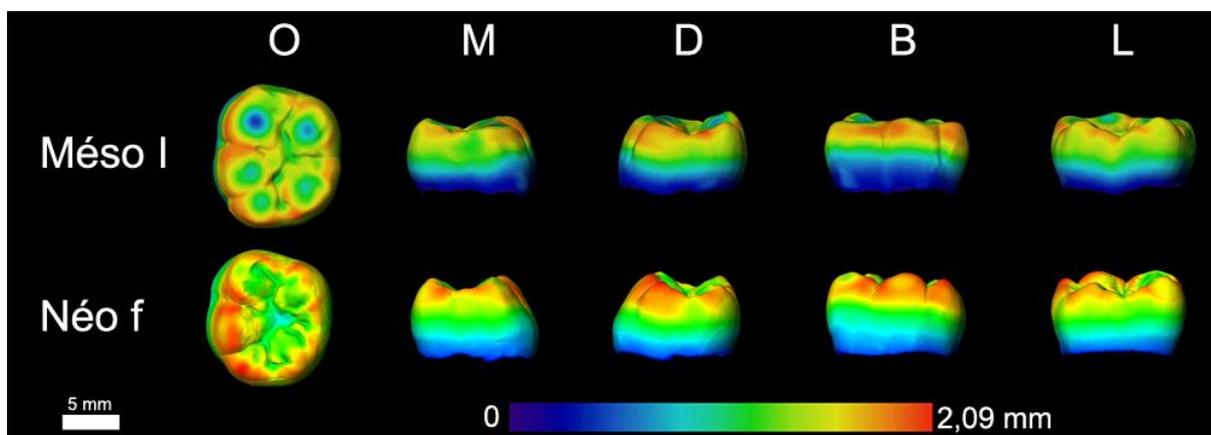


Figure 5.56. Cartographie des épaisseurs de l'émail des LM1 du Mésolithique (Mésol I) et du Néolithique final (Néo f) des Perrats. L'échelle chromatique indique en bleu foncé les épaisseurs les plus faibles, et en rouge les épaisseurs les plus fortes (O = occlusal, D = distal, M = mésial, B = buccal, L = lingual).

À Auneau, la structure interne de l'ensemble des dents permanentes inférieures a pu être comparée pour des dents datées du Second Mésolithique, du Néolithique moyen et du Néolithique final. Pour le Néolithique moyen, les dents permanentes inférieures ne sont pas ou peu usées (degré 1 ou 2), excepté la LM3 qui présente un degré 4 d'usure (Molnar 1971a). En revanche, l'usure des dents des individus du Second Mésolithique et du Néolithique final est plus importante. Les dents mésolithiques présentent des degrés 2 à 4 et les dents du Néolithique final montrent, quant à elles, des degrés 2 et 3. Les LM1 des échantillons du Mésolithique et du Néolithique récent atteignent respectivement les degrés 5 et 6.

Dans la majorité des cas, les dents permanentes inférieures du Néolithique moyen possèdent des volumes d'émail et des volumes de dentine et de pulpe plus importants que les dents du Second Mésolithique et du Néolithique final (**FIGURE 5.57**).

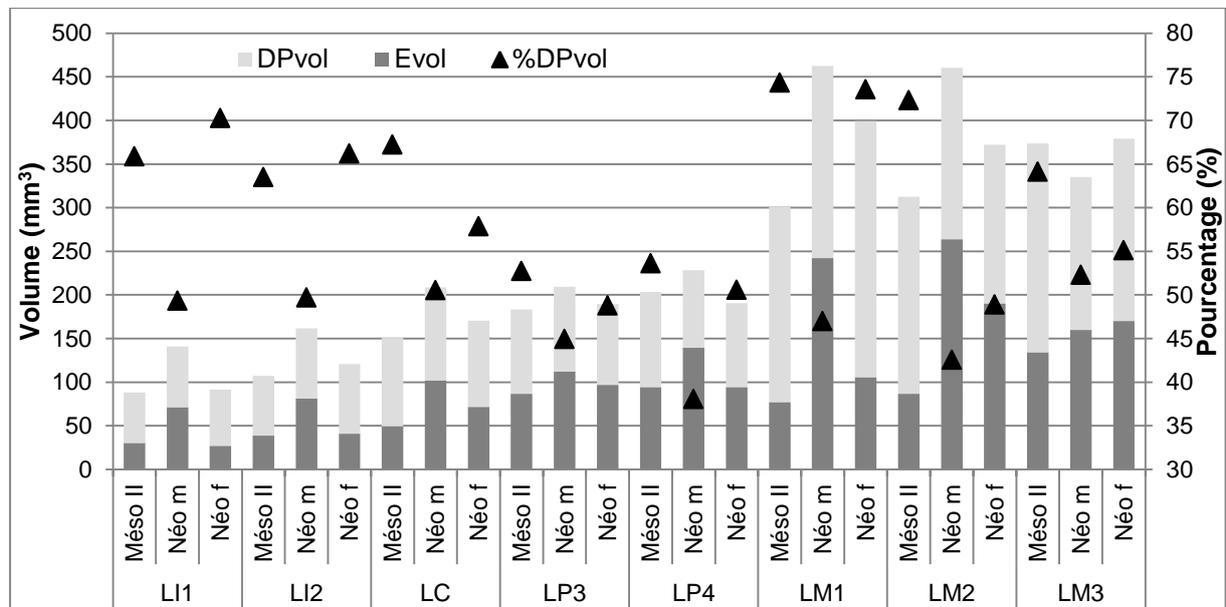


Figure 5.57. Évolution du volume d'émail (Evol), du volume de dentine et de pulpe (DPvol) et du pourcentage de dentine et de pulpe dans la couronne (%DPvol) pour les dents permanentes inférieures du Second Mésolithique (Més II), du Néolithique moyen (Néo m) et du Néolithique final (Néo f) d'Auneau.

À l'exception des LM3, les volumes des tissus dentaires augmentent entre le Mésolithique et le Néolithique moyen, puis diminuent du Néolithique moyen au Néolithique final. Par conséquent, les pourcentages de dentine et de pulpe dans la couronne montrent la tendance inverse : ils diminuent au Néolithique moyen puis augmentent au Néolithique final (**FIGURE 5.57**). Pour les dents antérieures, les fortes augmentations de volume d'émail (le volume est doublé) entre le Mésolithique et le Néolithique moyen sont probablement dues à l'usure

occlusale plus importante pour les dents mésolithiques. Pour les dents postérieures, les volumes de dentine et de pulpe coronaire des LM2 diminuent au cours du temps (13 % entre le Mésolithique et le Néolithique moyen, et 7 % entre le Néolithique moyen et le Néolithique final) et les volumes d'émail diminuent également au cours du Néolithique, celui de la LM2 mésolithique est le plus faible (mais elle présente le plus fort degré d'usure). Pour les LM3, le volume d'émail augmente au cours du temps alors que le volume de dentine et de pulpe est minimal au Néolithique moyen. D'autre part, les incisives et les prémolaires inférieures des individus du Second Mésolithique et du Néolithique final montrent de fortes proximités dans les volumes de leurs tissus coronaires (**FIGURE 5.57**). Malgré leurs usures importantes, la LM1 du Néolithique final montre une augmentation de 36 % du volume de l'émail et de 31 % du volume de dentine et de pulpe par rapport à la LM1 mésolithique. Enfin, pour les LM2 et les LM3, le volume de dentine et de pulpe diminue entre le Second Mésolithique et le Néolithique final tandis que le volume d'émail augmente, en particulier pour les LM2.

Toutes les dents permanentes inférieures montrent une augmentation de la surface d'émail entre le Second Mésolithique et le Néolithique moyen (entre 22 % et 54 %), puis une réduction de la surface de l'émail entre le Néolithique moyen et le Néolithique final (entre 13 % et 39 %) (**FIGURE 5.58**).

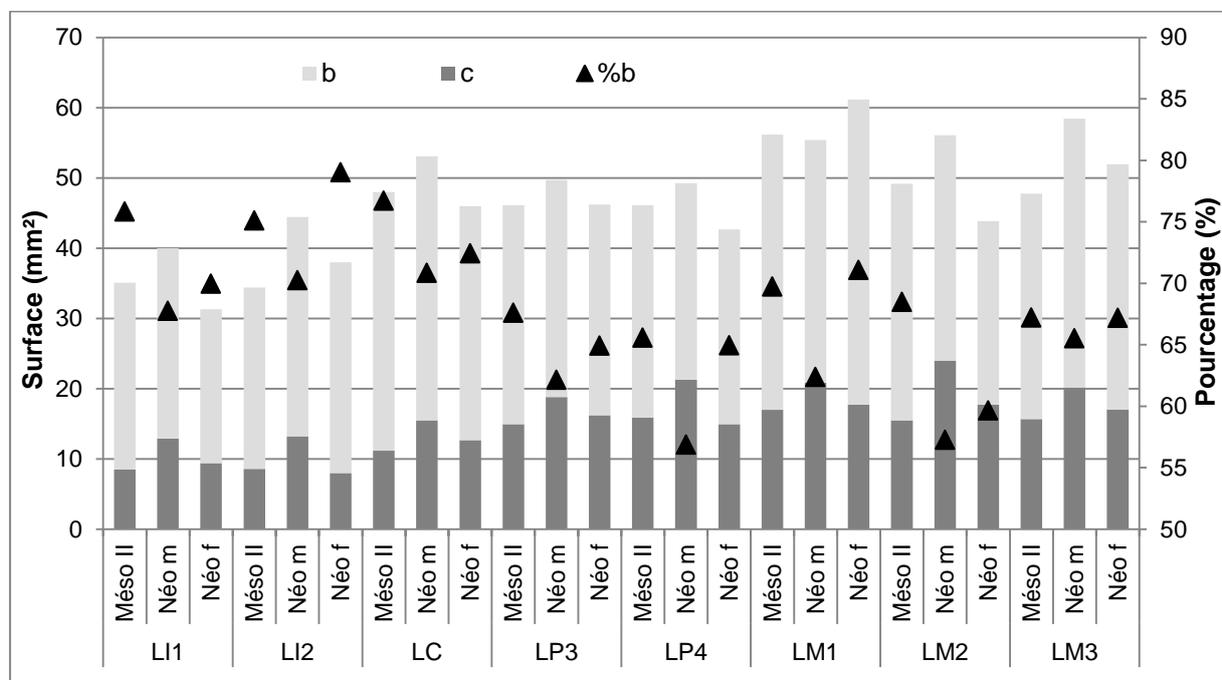


Figure 5.58. Évolution de la surface d'émail (c), de la surface de dentine et de pulpe (b) et du pourcentage de dentine et de pulpe dans la couronne (%b) pour les dents permanentes inférieures du Second Mésolithique (Més II), du Néolithique moyen (Néo m) et du Néolithique final (Néo f) d'Auneau.

Les dents antérieures et la LM3 présentent la même tendance, avec une augmentation de la surface de dentine et de pulpe coronaire entre le Second Mésolithique et le Néolithique moyen, et une réduction au Néolithique final. En revanche, la surface de dentine et de pulpe des prémolaires inférieures varie peu au cours du temps. Les LM1 et LM2 du Néolithique moyen présentent, quant à elles, les surfaces de dentine et de pulpe coronaire les plus faibles (**FIGURE 5.58**). En majorité, les pourcentages de dentine et de pulpe dans la couronne sont les plus forts pour les dents permanentes inférieures du Mésolithique. Les pourcentages diminuent pour atteindre les valeurs les plus faibles au Néolithique moyen, puis augmentent pour les dents du Néolithique final. Seules les LM3 font exception avec des pourcentages de dentine et de pulpe relativement stables au cours du temps.

Les indices des épaisseurs moyennes (AET) et relatives (RET) de l'émail des dents permanentes inférieures des individus d'Auneau sont présentés dans la **FIGURE 5.59**.

En 3D comme en 2D, les dents du Néolithique moyen présentent les épaisseurs d'émail les plus fortes alors que celles du Mésolithique possèdent l'émail le plus fin. En moyenne, les épaisseurs d'émail des dents du Néolithique final sont supérieures à celles des dents du Second Mésolithique. Cependant, peu de différences sont observées entre les AET3D et RET3D des LI1, des LI2 et des LP3, et les AET2D et RET2D des LP4, des LM1 et des LM3 du Mésolithique et du Néolithique final d'Auneau.

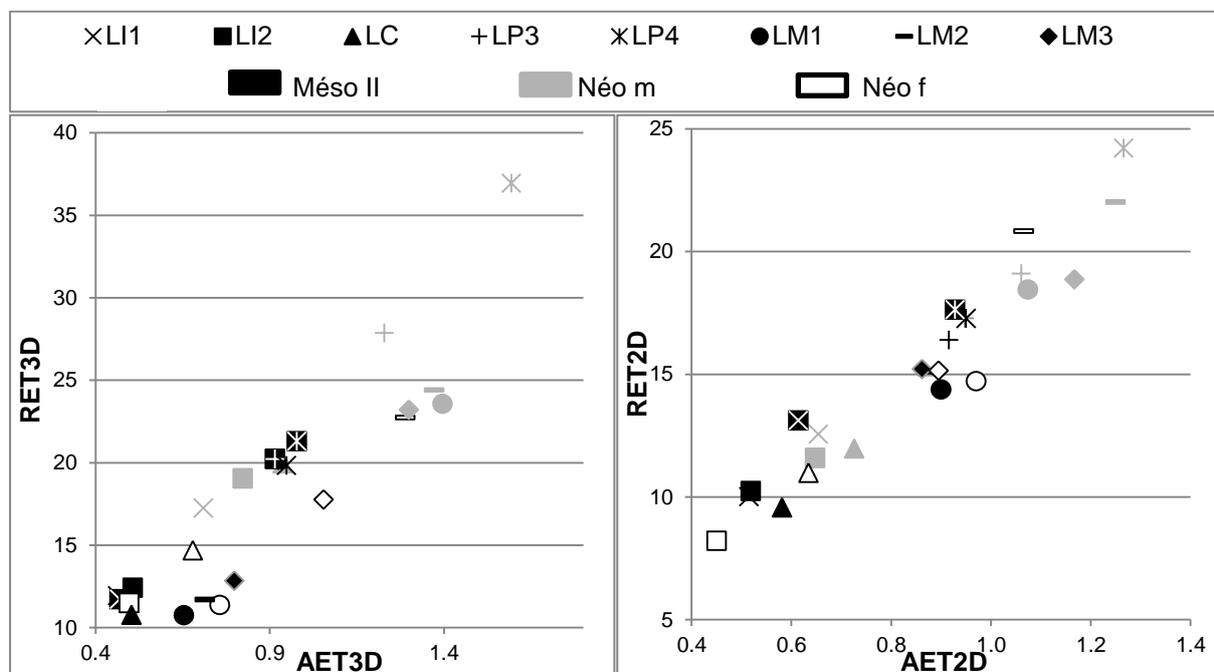


Figure 5.59. Évolution des indices AET3D et RET3D (à gauche), et AET2D et RET2D (à droite) pour les dents permanentes inférieures du Second Mésolithique (MésO II), du Néolithique moyen (Néo m) et du Néolithique final (Néo f) d'Auneau.

Les cartographies comparatives des épaisseurs de l'émail sur les couronnes des LM2 d'Auneau sont données dans la **FIGURE 5.60**. Les usures occlusales importantes pour les dents du Mésolithique et du Néolithique final, en particulier pour celle du Mésolithique, ne rendent pas possible la caractérisation de la distribution des épaisseurs de l'émail sur les couronnes. Au Néolithique moyen, cependant, l'hétérogénéité de la distribution est observée entre le côté buccal et le côté lingual de la LM2, avec des épaisseurs de l'émail maximales en position buccodistale.

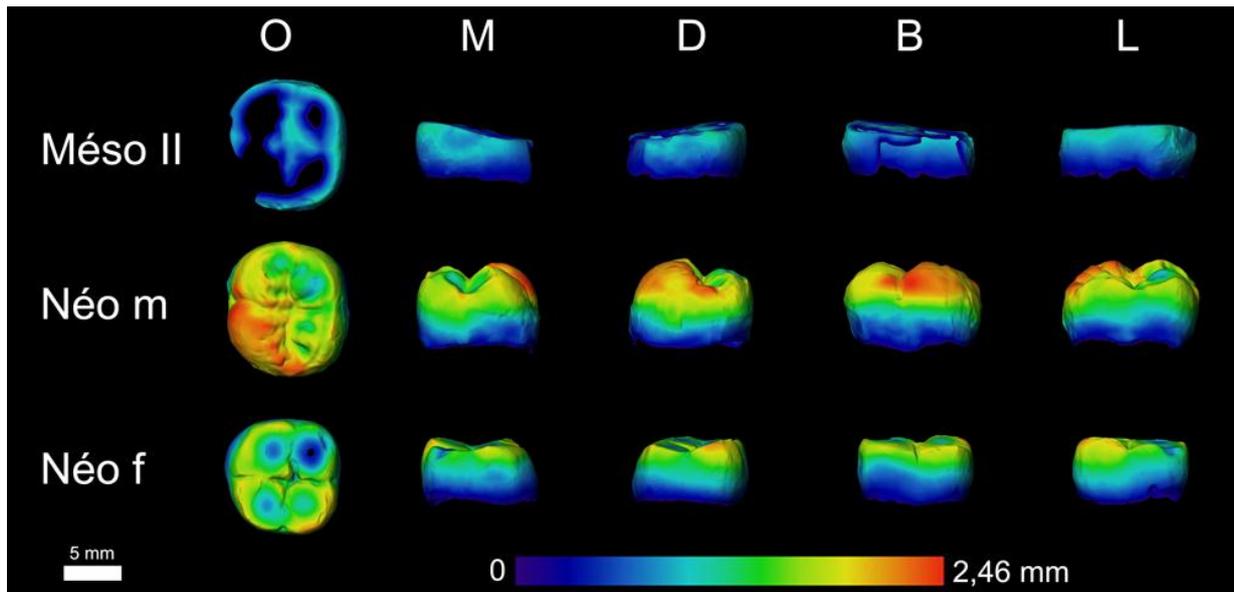


Figure 5.60. Cartographie des épaisseurs de l'émail des LM1 du Second Mésolithique (Méso II), du Néolithique moyen (Néo m) et du Néolithique final (Néo f) d'Auneau. L'échelle chromatique indique en bleu foncé les épaisseurs les plus faibles, et en rouge les épaisseurs les plus fortes (O = occlusal, M = mésial, D = distal, B = buccal, L = lingual).

En résumé, aux Perrats et à Auneau, des tendances microévolutives sont mises en évidence à l'échelle locale, avec une réduction des proportions des tissus dentaires et des épaisseurs de l'émail identifiée entre le Mésolithique et la fin du Néolithique pour les deux sites.

Entre le Premier Mésolithique et le Néolithique récent des Perrats, l'ensemble des dents permanentes inférieures considérées montre une réduction des volumes et des surfaces des tissus coronaires associée à une réduction des épaisseurs d'émail.

Pour le site d'Auneau, à quelques exceptions près, les volumes, les surfaces et les épaisseurs de l'émail augmentent entre le Second Mésolithique et le Néolithique moyen, puis une réduction de ces variables s'opère entre le Néolithique moyen et le Néolithique récent.

5.3.5. Proximités biologiques interindividuelles

Située au carrefour de multiples influences culturelles, la nécropole néolithique de Gurgy (**SITE N°15 DE L'ANNEXE 3**) a livré les vestiges de 128 individus datés de la transition du Néolithique ancien au Néolithique moyen. À ce jour, cet effectif est le plus conséquent pour la période et la région. À partir d'une sélection de UM2, l'hypothèse que la structure interne des dents pourrait permettre de préciser les proximités biologiques interindividuelles, et notamment des regroupements d'inhumés au sein de la nécropole, a été testée. Le détail des paramètres biologiques et chronoculturels des individus échantillonnés est donné dans le **TABLEAU 5.65**, et leur localisation sur le plan de la nécropole néolithique de Gurgy est présentée dans la **FIGURE 5.61**.

Tableau 5.65. Les 20 individus néolithiques échantillonnés dans la nécropole de Gurgy : paramètres biologiques et chronoculturels.

Individus			Datations		Structures funéraires		
N°	Âge au décès	Sexe ¹	¹⁴ C cal. BC	Phase ²	Structure	Orientation	Localisation
201	16-18	M	5206-4840	A	Alcôve	E_O	SO
206	4-7	I			Cuvelée	N_S	SO
213	14-20	F	4937-4728	B	Contenant	NE_SO	SO
215A	5-10	I		B	Alcôve	NO_SE	SO
215B	8-14	I			Cuvelée	N_S	SO
223	4-7	I	4770-4536	B	Contenant	N_S	SO
229	13-16	I		C	Contenant	SO_NE	SE
243B	> 17	F	4828-4609	B	Contenant	N_S	SO
248	> 40	F	4313-3991	C	Alcôve	N_S	SO
252	> 30	M	4763-4536	B	Contenant	N_S	SE
253	20-59	M	4235-3991	C	Alcôve	NE_SO	SE
257	> 30	M	4841-4556	B	Contenant	NE_SO	NO
264	14-19	F			Contenant	NE_SO	NO
277	13-18	I			Contenant	N_S	NE
289B	> 30	F	4770-4489	B	Contenant	SO_NE	NE
291	> 30	M		B	Contenant	NE_SO	NE
292	> 20	F		B	Contenant	SO_NE	NE
294	> 16	M		B	Contenant	E_O	NE
301	6-12	I	4763-4536	B	Contenant	NE_SO	NE
308	12-14	I			Contenant	NE_SO	NE

¹ M = masculin ; F = féminin ; I = immature pour lesquels le sexe ne peut être déterminé.

² A = phase ancienne (< 4800 cal. BC) ; B = phase principale (4800-4500 cal. BC) ; C = phase récente (> 4500 cal. BC). Voir aussi l'**ANNEXE 6**.

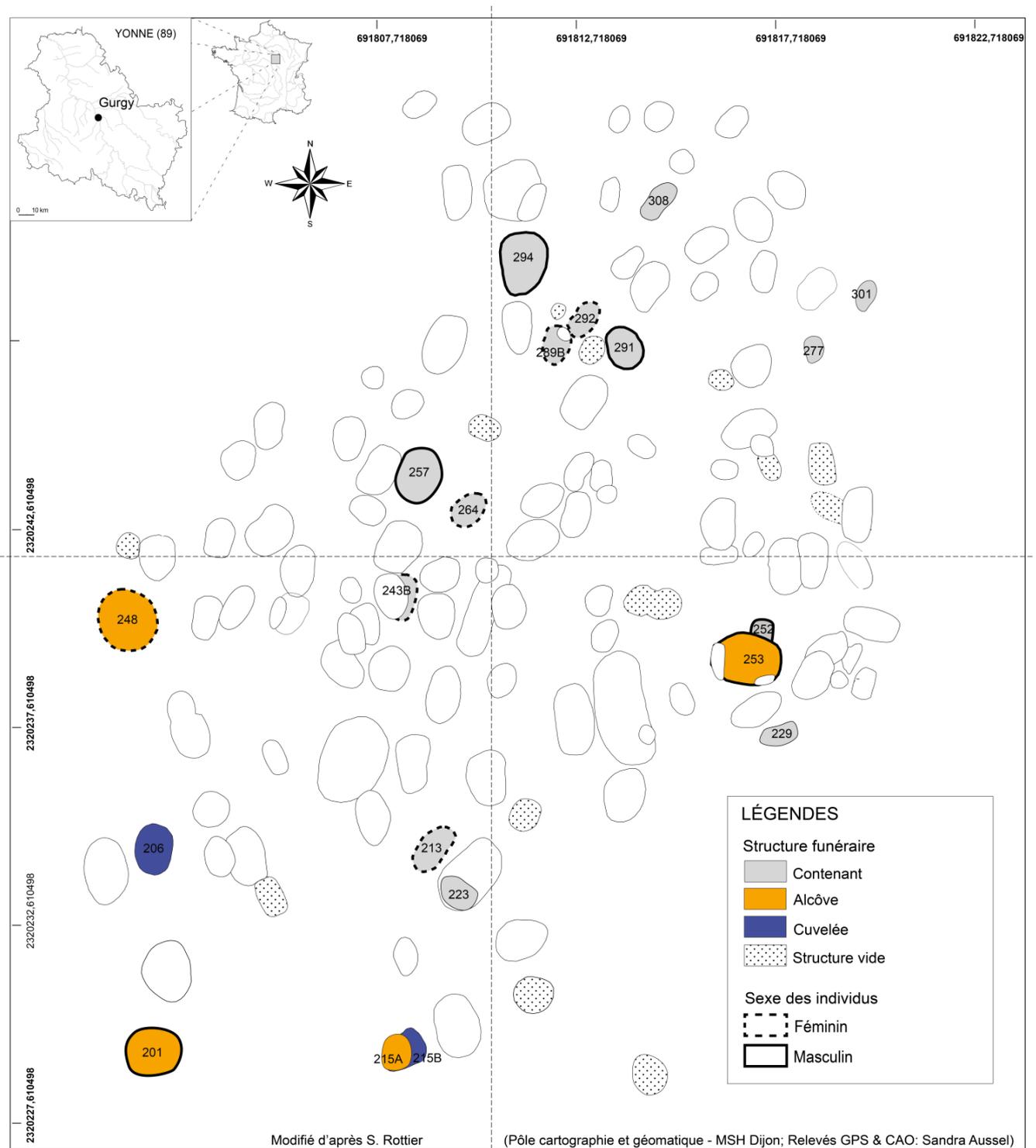


Figure 5.61. Plan de la nécropole néolithique de Gurgy (Yonne, France) et identification des structures funéraires des individus échantillonnés.

Les résultats montrent un degré élevé de proximités biologiques dans l'épaisseur de l'émail et les proportions des tissus dentaires entre les UM2 des individus inhumés à Gurgy (**TABLEAU 5.66**). Les reconstructions 3D des surfaces des différents tissus dentaires de chacune des couronnes sont présentées dans l'**ANNEXE 7**. Les hommes possèdent une plus grande quantité de tissus coronaires (volumes et surfaces) que les femmes (**TABLEAU 5.67**).

Tableau 5.66. Proportions des tissus dentaires et épaisseur de l'émail en 3D des UM2 de Gurgy.

Individus	UM2	Minéralisation ¹	Usure ²	Cvol	Evol	DPvol	S _{EDJ}	%DPvol	AET3D	RET3D
201	gauche	H	2	565,30	268,09	297,21	201,57	52,58	1,33	19,93
206	gauche	D	1	410,86	209,73	201,13	159,34	48,95	1,32	22,47
213	droite	H	2	383,43	199,18	184,25	150,36	48,05	1,32	23,28
215A	droite	D	1	330,23	180,57	149,66	132,39	45,32	1,36	25,69
215B	droite	E	1	401,50	208,45	193,05	158,93	48,08	1,31	22,69
223	gauche	D	1	514,08	254,52	259,56	192,94	50,49	1,32	20,68
229	droite	H	1	478,58	240,55	238,03	184,39	49,74	1,30	21,05
243B	gauche	H	3	363,94	144,34	219,60	176,23	60,34	0,82	13,58
248	gauche	H	3	279,20	136,33	142,87	131,06	51,17	1,04	19,90
252	gauche	H	1	399,21	193,60	205,62	157,67	51,51	1,23	20,80
253	gauche	H	2	474,74	238,93	235,81	175,41	49,67	1,36	22,05
257	droite	H	3	429,40	210,53	218,88	175,29	50,97	1,20	19,93
264	gauche	H	2	380,95	187,12	193,83	158,48	50,88	1,18	20,40
277	droite	H	2	424,31	229,00	195,31	169,25	46,03	1,35	23,32
289B	droite	H	1	370,49	214,24	156,25	138,42	42,17	1,55	28,74
291	droite	H	3	314,69	127,33	187,35	145,39	59,54	0,88	15,31
292	droite	H	1	428,73	230,34	198,39	162,34	46,27	1,42	24,33
294	gauche	H	2	383,65	149,97	233,68	176,03	60,91	0,85	13,83
301	gauche	E	1	424,02	250,02	174,00	153,83	41,04	1,63	29,11
308	droite	G	1	375,34	212,61	162,73	140,57	43,36	1,51	27,70

¹ Demirjian *et al.* (1973).

² Molnar (1971a).

Cvol = volume total de la couronne ; Evol = volume de l'émail ; DPvol = volume de dentine et de pulpe dans la couronne ; S_{EDJ} = aire de la jonction émail-dentine ; %DPvol = pourcentage du volume de dentine et de pulpe dans la couronne ; AET3D = épaisseur moyenne de l'émail ; RET3D = épaisseur relative de l'émail.

Seul le volume de dentine et de pulpe (DPvol) est significativement supérieur chez les hommes ($p = 0,0411$) par rapport aux femmes. La proportion de ces tissus dans la couronne (%DPvol) est comparable entre les sexes. Aucune différence statistiquement significative n'a été trouvée entre les individus inhumés dans différentes structures funéraires, ou entre les individus des différentes phases d'occupation de la nécropole.

Tableau 5.67. Statistiques descriptives des variables mesurées pour l'ensemble des individus, femmes et hommes.

Individus		Cvol	Evol	DPvol	%DPvol	S _{EDJ}	AET3D	RET3D
Total	\bar{m}	406,63	204,27	202,36	49,85	161,99	1,26	21,74
	\pm sd	\pm 66,74	\pm 40,28	\pm 38,26	\pm 5,50	\pm 19,48	\pm 0,22	\pm 4,31
	min-max	279,20-565,30	127,33-268,09	142,87-297,21	41,04-60,91	131,06-201,57	0,82-1,63	13,58-29,11
	CV	0,16	0,20	0,19	0,11	0,12	0,17	0,20
Femmes	\bar{m}	367,79	185,26	182,53	49,82	152,82	1,22	21,70
	\pm sd	\pm 48,99	\pm 37,78	\pm 28,35	\pm 6,13	\pm 16,48	\pm 0,27	\pm 5,10
	min-max	279,20-428,73	136,33-230,34	142,87-219,60	42,17-60,34	131,06-176,23	0,82-1,55	13,58-28,74
	CV	0,13	0,20	0,16	0,12	0,11	0,22	0,23
Hommes	\bar{m}	427,83	198,07	229,76	54,19	171,89	1,14	18,64
	\pm sd	\pm 85,64	\pm 53,04	\pm 37,69	\pm 4,78	\pm 19,11	\pm 0,22	\pm 3,28
	min-max	314,69-565,30	127,33-268,09	187,35-297,21	49,67-60,91	145,3-201,57	0,85-1,36	13,83-22,05
	CV	0,20	0,27	0,16	0,09	0,11	0,20	0,18

\bar{m} = moyenne ; sd = écart-type ; min= minimum ; max = maximum ; CV = coefficient de variation.

Voir le **TABLEAU 5.66** pour la légende des abréviations.

Une gamme de variations relativement faible pour les proportions des tissus dentaires et pour l'épaisseur de l'émail est montrée entre les individus de Gurgy (**FIGURE 5.62**), même si les volumes et les surfaces ont tendance à être plus forts pour les hommes. Les individus inhumés dans les sépultures à alcôve présentent la plus grande variabilité : les individus 248-215A et 201 se situent à l'opposé les uns des autres (**FIGURE 5.62**). À l'inverse, les individus inhumés dans des structures cuvelées (206 et 215B) sont très proches les uns des autres et partagent la plus grande proximité dans les proportions des tissus dentaires et l'épaisseur de l'émail. Les individus des phases A et C sortent de la variabilité biologique observée pour les individus de la phase d'occupation principale du site (*i.e.* phase B entre 4800 et 4500 cal. BC) (**FIGURE 5.62**). En particulier, l'individu 201 de la phase la plus ancienne montre la condition la plus différente, avec les volumes les plus élevés d'émail, de dentine et de pulpe ainsi que la surface la plus importante de la jonction émail-dentine (**TABLEAU 5.66**).

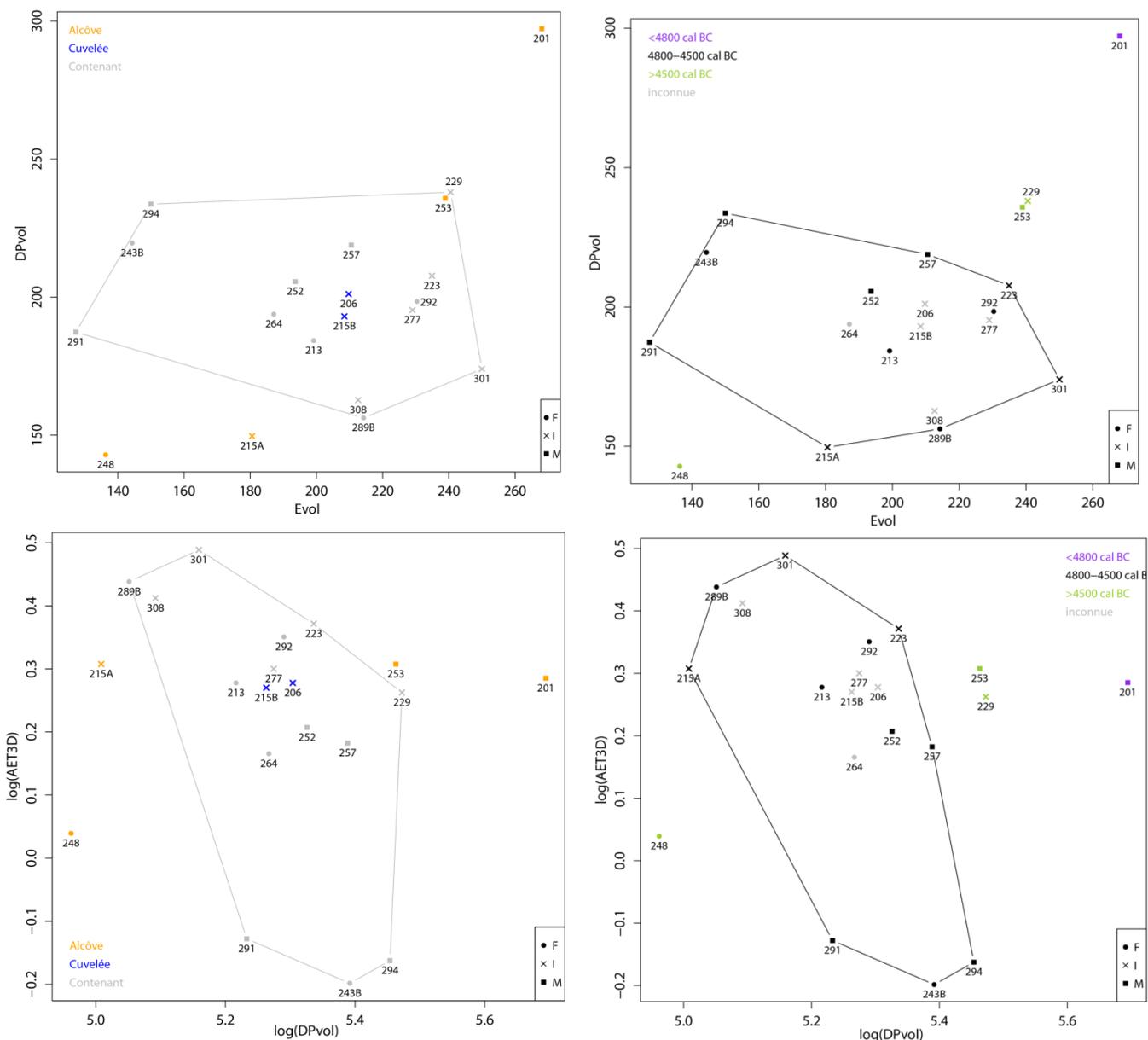


Figure 5.62. Comparaisons du volume de l'émail et du volume de dentine et de pulpe (Evol vs DPvol) (en haut) et du logarithme du volume de dentine et de pulpe et du logarithme de l'épaisseur moyenne de l'émail (log(DPvol) vs log (AET3D), représentation graphique du RET3D) (en bas), en fonction des structures funéraires (à gauche) et des phases d'occupation (à droite).

Le dendrogramme obtenu à partir des variables volumiques des couronnes des UM2 sépare les individus échantillonnés à Gurgy en deux clusters principaux (**FIGURE 5.63**). Cependant, les valeurs de distance entre ces deux clusters sont relativement faibles, suggérant une forte homogénéité dans la population. À l'échelle de la nécropole, les regroupements dans les clusters terminaux correspondent peu à l'organisation spatiale de la nécropole (**CF. ANNEXE 8**). Cependant, à une échelle plus réduite, les clusters terminaux regroupant les individus 229-253; 308-289B; 301-277-292; 291-243B-294; 206-215B et 215A-248 sont généralement supportés par des fortes valeurs de bootstrap (**FIGURE 5.63**). Ces clusters terminaux incluent

des individus qui partagent de nombreux paramètres, tels que les structures funéraires, l'orientation et la localisation de la sépulture dans la nécropole, la position de la tête et du corps de l'inhumé au sein de la sépulture (**TABLEAU 5.65 & ANNEXE 8**). En particulier, les individus 206 et 215B sont tous les deux inhumés dans des sépultures cuvelées possédant la même orientation et proches spatialement dans la nécropole. L'individu 206 a été inhumé sur le dos et l'individu 215B sur le côté gauche, mais tous deux ont la tête orientée au sud-est. D'autre part, les individus 215A et 248 partagent également le même type de sépulture en alcôve localisée dans le sud-ouest de la nécropole, et sont inhumés sur le côté gauche avec leur tête orientée au sud.

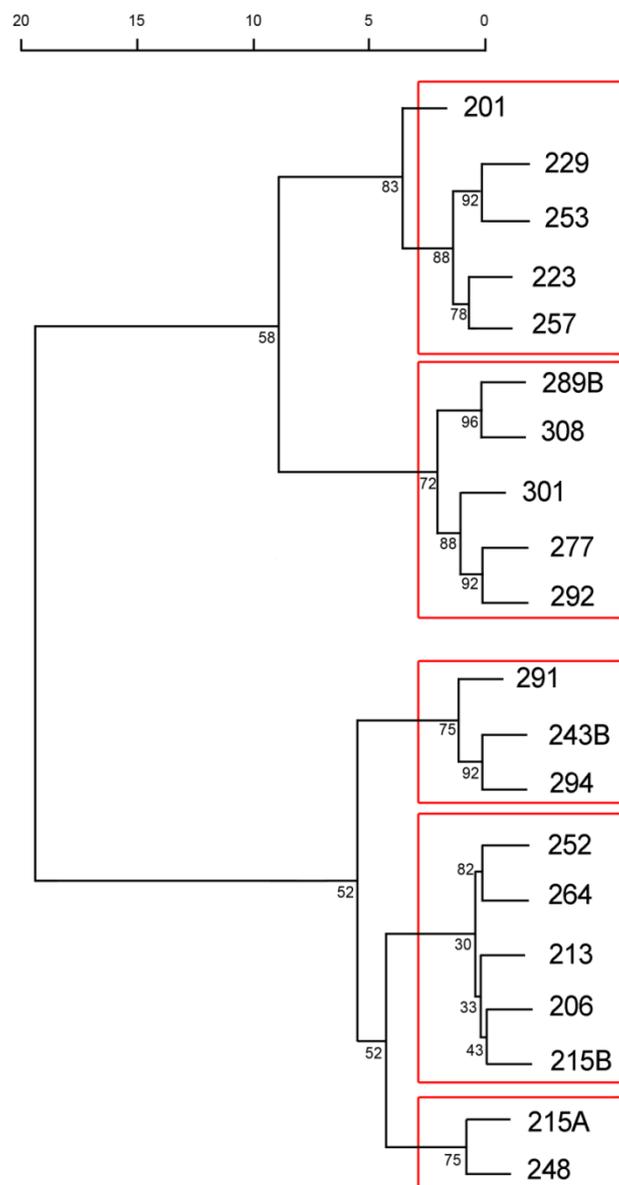


Figure 5.63. Dendrogramme obtenu sur les proportions des tissus coronaires (Evol et DPvol), selon la méthode d'analyses en cluster de Ward.

À partir l'analyse de morphométrie géométrique de la jonction émail-dentine (JED), des ACP en espace de forme ont été réalisées. Les résultats, présentés dans la **FIGURE 5.64**, montrent que 30,12 % de la variation totale de forme de la JED est représentée dans la première composante principale (PC), la seconde et la troisième PC représentent respectivement 15,86 % et 13,91 % de la variation totale de forme.

Bien que des différences mineures de forme de la jonction émail-dentine soient observées entre les sexes, les hommes tendent à avoir des UM2 avec une JED plus grande, des cornes de dentine plus hautes et un allongement dans le sens mésiodistal par rapport à la JED des femmes (**FIGURE 5.64**).

À l'échelle intrasite, la forme de la JED des individus inhumés dans des sépultures cuvelées (en bleu) est incluse dans la variabilité de celle des individus inhumés dans des fosses avec contenant (en gris). En revanche, les JED des individus inhumés dans des sépultures à alcôve (en orange) sortent de cette variabilité (**FIGURE 5.64**). Bien que les individus 201 et 253 présentent les tailles de JED les plus grandes et que les individus 248 et 215A possèdent les plus petites JED, tous montrent une réduction de la hauteur de la corne de dentine de l'hypocône.

De plus, les individus des phases ancienne (A) et récente (C) de Gurgy montrent également une JED dont la forme sort de la variabilité observée pour celle des individus de la phase principale d'occupation (**FIGURE 5.65**). L'individu 201 appartient à la phase la plus ancienne du Gurgy et possède la taille de la JED la plus importante. Les individus de la phase récente présentent, quant à eux, des JED de taille et de conformation plus variables.

Ainsi, la structure interne des UM2 (proportion des tissus dentaires, épaisseur de l'émail et morphologie de la jonction émail-dentine) des individus de la nécropole néolithique de Gurgy permet de discuter des proximités biologiques interindividuelles à l'échelle intrasite. En particulier, les individus inhumés dans des sépultures à alcôve, et ceux appartenant aux phases anciennes et récentes de l'occupation du site semblent se distinguer par des proportions des tissus et une morphologie de leur jonction émail-dentine différentes de celles des autres individus inhumés dans la nécropole.

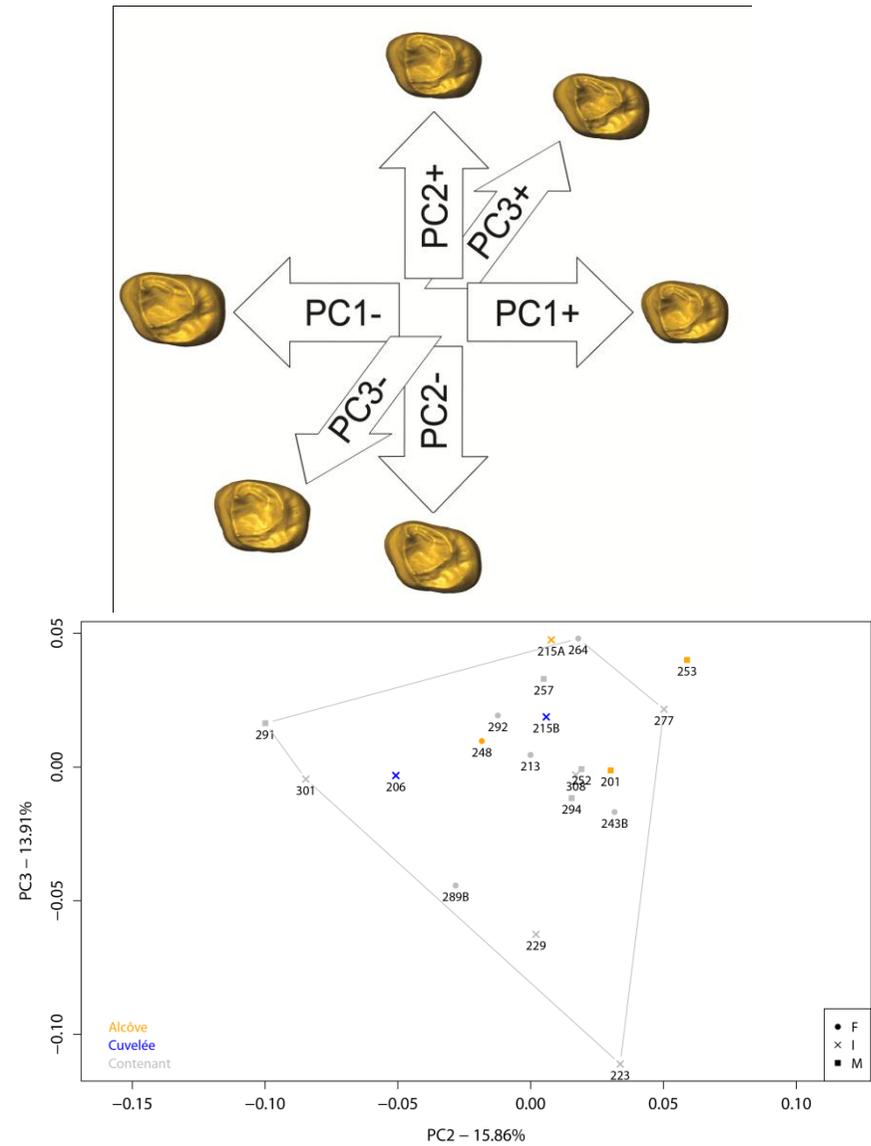
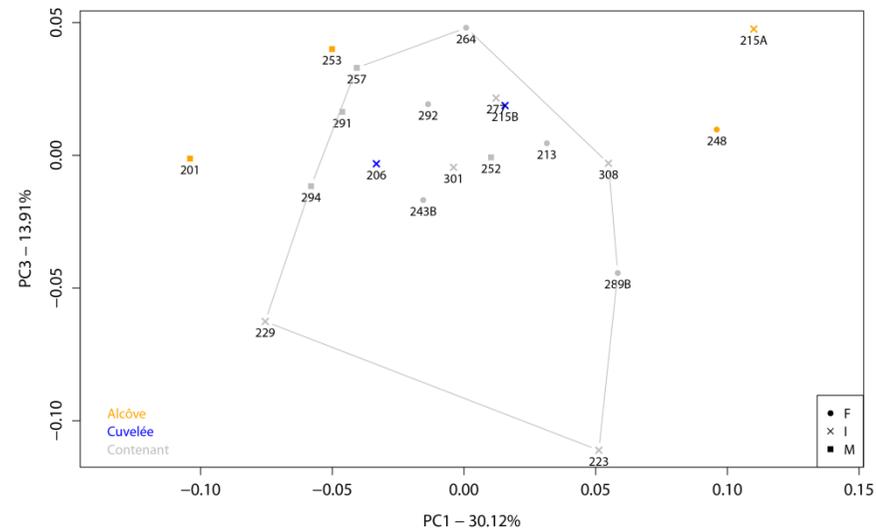
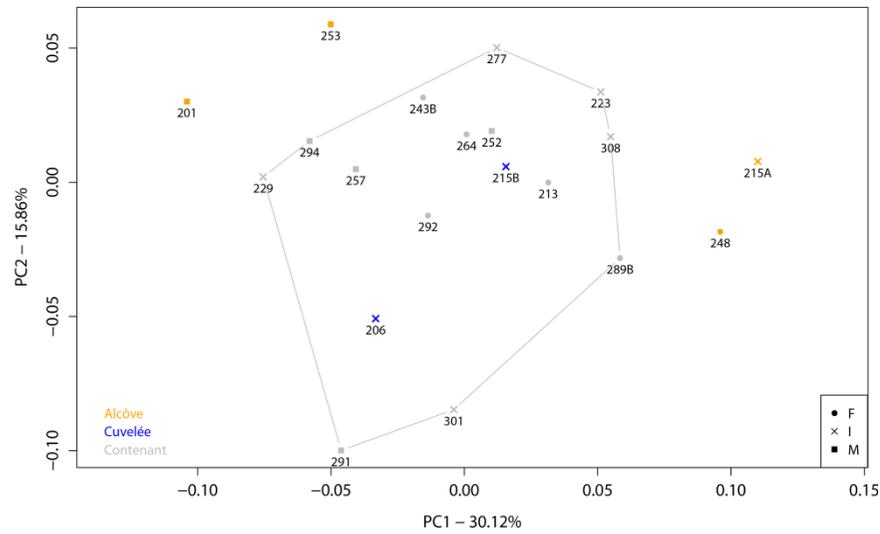


Figure 5.64. Résultat de l'ACP en fonction de la structure funéraire et variation de forme de la JED (en vue occlusale, en haut à droite) selon les trois premières composantes principales (PC).

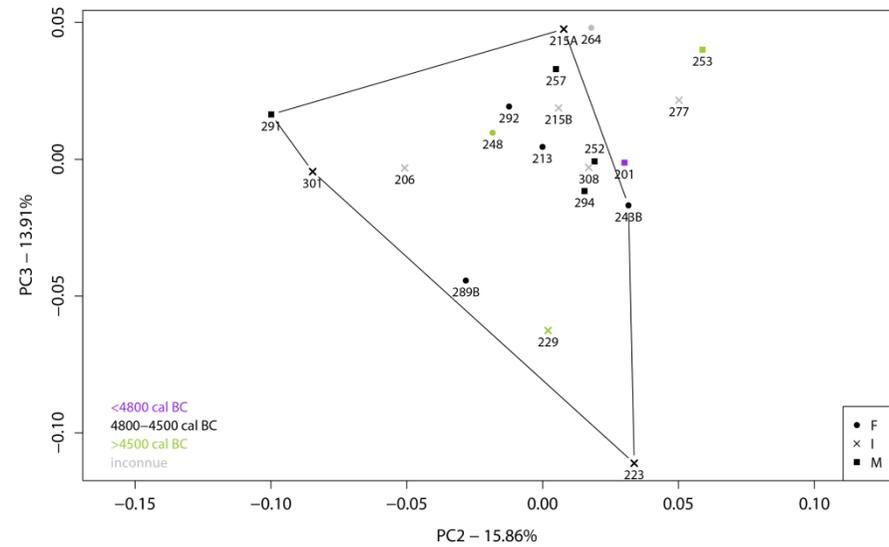
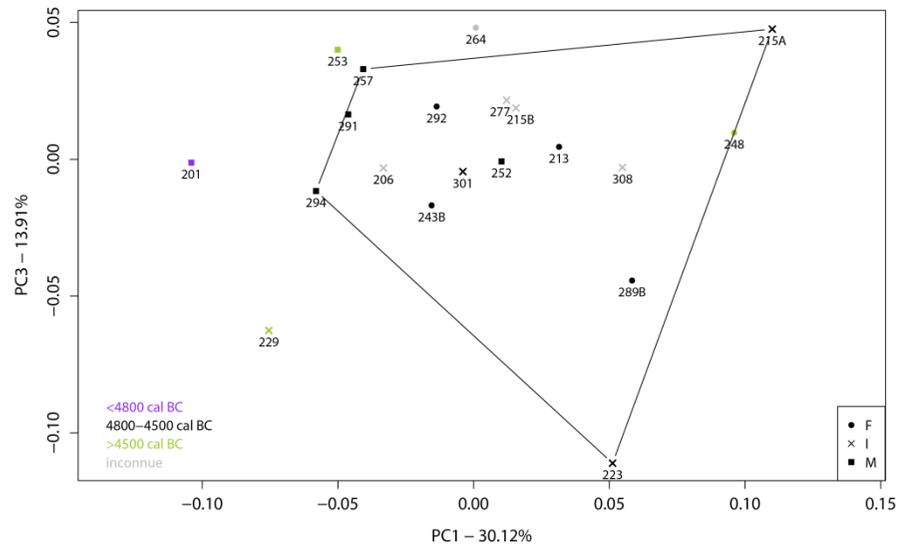
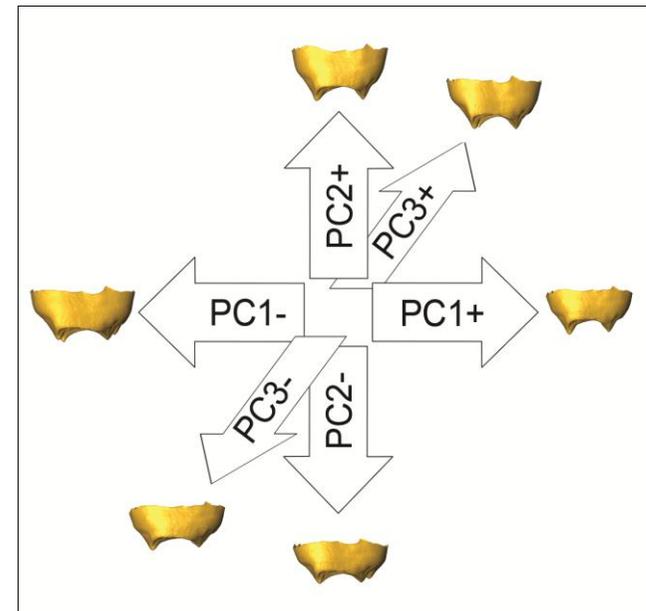
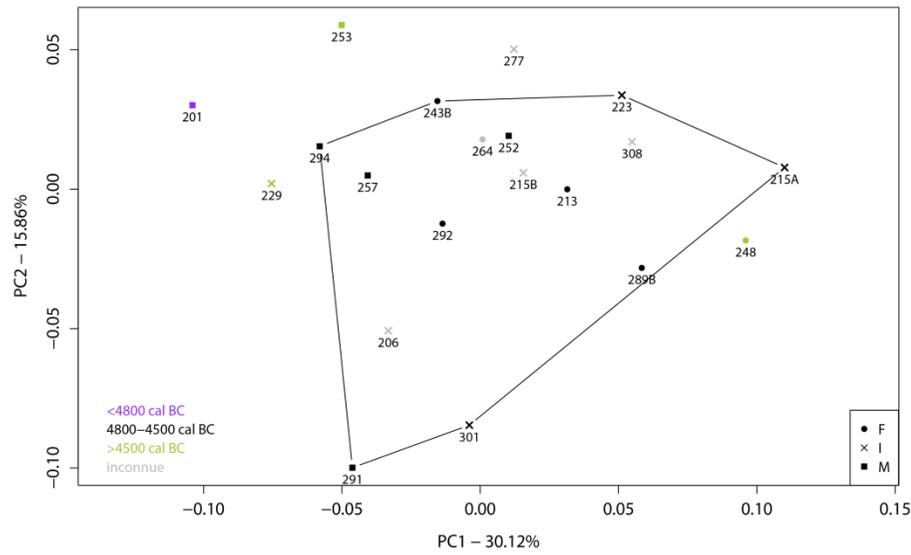


Figure 5.65. Résultat de l'ACP en fonction des phases d'occupation et variation de forme de la JED (en vue mésiale, en haut à droite) selon les trois premières composantes principales (PC).

5.3.6. Sélection de l'épaisseur de l'émail

L'épaisseur de l'émail a été reliée aux contraintes fonctionnelles et biomécaniques de la mastication, et, bien que sa variation au sein du genre *Homo* ait été considérée à une échelle macroévolutive (Smith *et al.* 2012), les tendances microévolutives chez *Homo sapiens* au cours du Pléistocène et de l'Holocène ne sont toujours pas signalées. Par ailleurs, l'usure oblique des molaires a été considérée comme caractéristique des agriculteurs et de leurs régimes alimentaires (CF. SECTION 1.3). Cependant, aucune étude n'a testé les liens entre ces deux paramètres. Aussi, le possible impact de l'agriculture sur la distribution topographique de l'épaisseur de l'émail et sa covariation avec les types d'usure dentaire restent à évaluer. Dans ce contexte, les relations entre la distribution de l'épaisseur de l'émail et les types d'usure dentaire ont été évaluées sur les UM2 de deux échantillons de populations : celle de Gurgy datée du Néolithique, et celle Sains-en-Gohelle datée du Moyen-Âge (TABLEAU 5.68). En partant du postulat que des contraintes alimentaires et non alimentaires peuvent causer des pressions de sélection directionnelle conduisant à des variations dans l'épaisseur de l'émail (Pampush *et al.* 2013), l'hypothèse que ces deux populations vont montrer des différences dans les usures et les épaisseurs de l'émail a été testée. Ce travail est paru en tant que *Brief Communication* dans l'*American Journal of Physical Anthropology* (Le Luyer *et al.* 2014).

Tableau 5.68. Nombre d'UM2 dans les échantillons néolithique et médiéval par degré d'usure occlusale (Molnar 1971a). Les sous-échantillons microCT sont indiqués entre parenthèses.

Échantillon	Total	Degré d'usure							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Néolithique	64 (17)	18 (7)	16 (6)	14 (2)	10 (1*)	3 (1*)	1	1	1
Médiéval	311 (25)	47 (9)	86 (11)	114 (2)	25 (1*)	29 (1*)	4 (1*)	2	4

* Dents utilisées dans les analyses μ CT pour des comparaisons qualitatives uniquement (cartographies de la distribution de l'épaisseur de l'émail).

Étant donné que l'usure dentaire progresse avec l'âge des individus, des différences dans les profils démographiques pourraient biaiser la comparabilité des données. Les résultats du test du khi-deux ne montrent pas de différences significatives dans la distribution des âges entre les deux échantillons dentaires néolithique et médiéval ($p = 0,350$, $\chi^2 = 3,283$, ddl = 3).

Des différences dans les types d'usure ont été observées entre les échantillons des populations néolithique et médiévale (FIGURE 5.6 & FIGURE 5.66). Dans l'ensemble, l'usure est plus prononcée pour les UM2 médiévales : 57,23 % des dents échantillonnées présentent une usure occlusale supérieure ou égale au degré 3 de Molnar (1971a), alors que 46,88 % des dents

néolithiques présentent ces mêmes degrés d'usure ($p < 0,000$, $\chi^2 = 137,047$, $ddl = 8$). Même en considérant uniquement les individus immatures, les médiévaux montrent une usure plus importante que les individus néolithiques.

Alors que les UM2 néolithiques sont dominées par une usure oblique de direction buccolinguale (**FIGURE 5.6, P.129**), les types d'usure observés pour les UM2 médiévales sont plus variables, avec de nombreuses combinaisons de catégories, de directions et de formes occlusales (**FIGURE 5.66**). Dans l'échantillon néolithique, 86,67 % des couronnes avec une usure supérieure ou égale à 3 (Molnar 1971a) montrent une usure oblique, catégorie dans laquelle la direction buccolinguale est dominante (96,15 %) et fréquemment associée à une seconde obliquité de direction mésiodistale (80 %). En conséquence, la forme occlusale majoritaire trouvée pour les UM2 néolithiques est une surface entièrement concave (40 %). Ainsi, la perte maximale d'émail affecte principalement le côté lingual des couronnes des secondes molaires supérieures néolithiques, et plus particulièrement le quadrant distolingual de la surface occlusale (**FIGURE 5.6**).

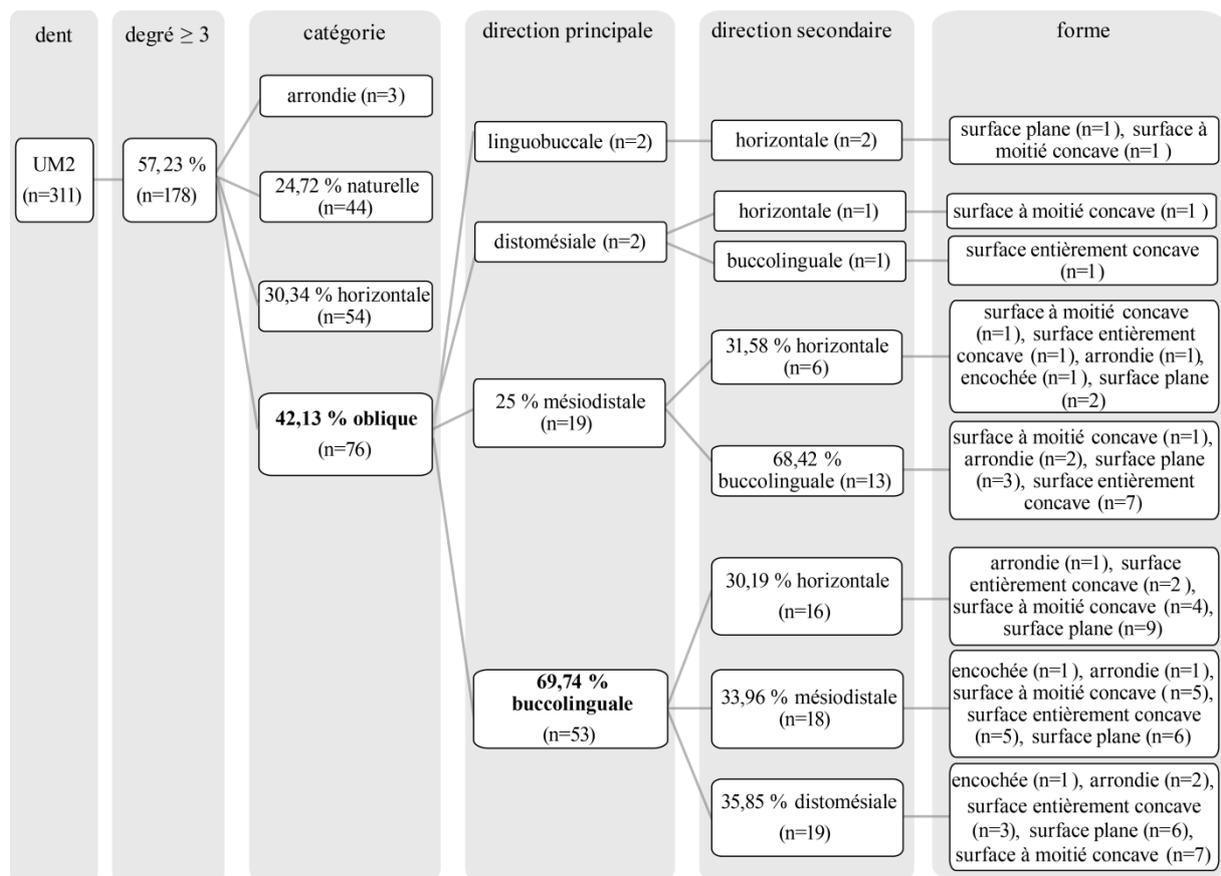


Figure 5.66. Types d'usure occlusale observés pour les UM2 de Sains-en-Gohelle.

Au contraire, bien que 42,13 % des UM2 médiévales échantillonnées (**FIGURE 5.66**) montrent une usure oblique, les catégories naturelle et horizontale sont également bien représentées

(24,72 % et 30,34 %, respectivement). Les quatre directions possibles d'usure oblique (buccolinguale, linguobuccale, mésiodistale, distomésiale) sont toutes représentées dans l'échantillon médiéval, même si près de 70 % des surfaces obliques montrent une direction buccolinguale et une forme occlusale à moitié concave. En résumé, comparées aux molaires néolithiques, les couronnes médiévales présentent une plus grande variabilité dans les types d'usure. Cependant, comme pour les molaires néolithiques, le côté lingual des couronnes médiévales est le plus affecté dans le cas des usures obliques.

Les épaisseurs moyennes (AET) et relatives (RET) de l'émail en 2D montrent des moyennes et des gammes de variation similaires dans les deux échantillons (**TABLEAU 5.69**). Bien qu'aucune différence statistiquement significative n'ait été trouvée, les UM2 néolithiques présentent néanmoins des indices AET2D et de RET2D légèrement supérieurs à ceux des UM2 médiévales (**TABLEAU 5.69**). Aussi, bien que les couronnes néolithiques soient en moyenne légèrement plus grandes que les médiévales (moyenne MD = 9,53 mm vs. 8,69 mm ; moyennes BL = 11,34 mm vs 10,67 mm, respectivement), les différences ne sont pas significatives entre les deux échantillons pour le diamètre bi-cervical ($p = 0,0625$).

Tableau 5.69. Valeurs des épaisseurs moyennes (AET2D) et relatives (RET2D).

Échantillon		AET2D (mm)	RET2D
Néolithique	$\bar{m} \pm sd$	1,26 ± 0,14	21,43 ± 3,62
	n=15	min-max	0,98-1,53
		CV	0,11
Médiéval	$\bar{m} \pm sd$	1,17 ± 0,15	19,73 ± 3,11
	n=22	min-max	1,00-1,48
		CV	0,13

\bar{m} = moyenne ; sd = écart-type ; min = minimum ; max = maximum ; CV = coefficient de variation.

La **FIGURE 5.67** montre les cartographies comparatives des épaisseurs de l'émail, qui résument la distribution des épaisseurs moyennes de l'émail observées pour chaque degré d'usure dans les deux échantillons, respectivement. L'usure oblique buccolinguale est marquée au Néolithique pour les degrés 3 à 5 (Molnar 1971a) alors que les UM2 médiévales présentent des types d'usure plus variables. Dans les deux échantillons, l'émail le plus épais est localisé sur les cuspidés linguales des dents non usées ou légèrement usées (**FIGURE 5.67**). Cependant, alors que la distribution de l'épaisseur de l'émail est plus homogène sur les molaires médiévales non usées, ces dernières montrent systématiquement une hétérogénéité chez les individus néolithiques, avec des épaisseurs de l'émail plus importantes sur le côté lingual de la couronne, et plus particulièrement dans le quadrant distolingual (**FIGURE 5.67**).

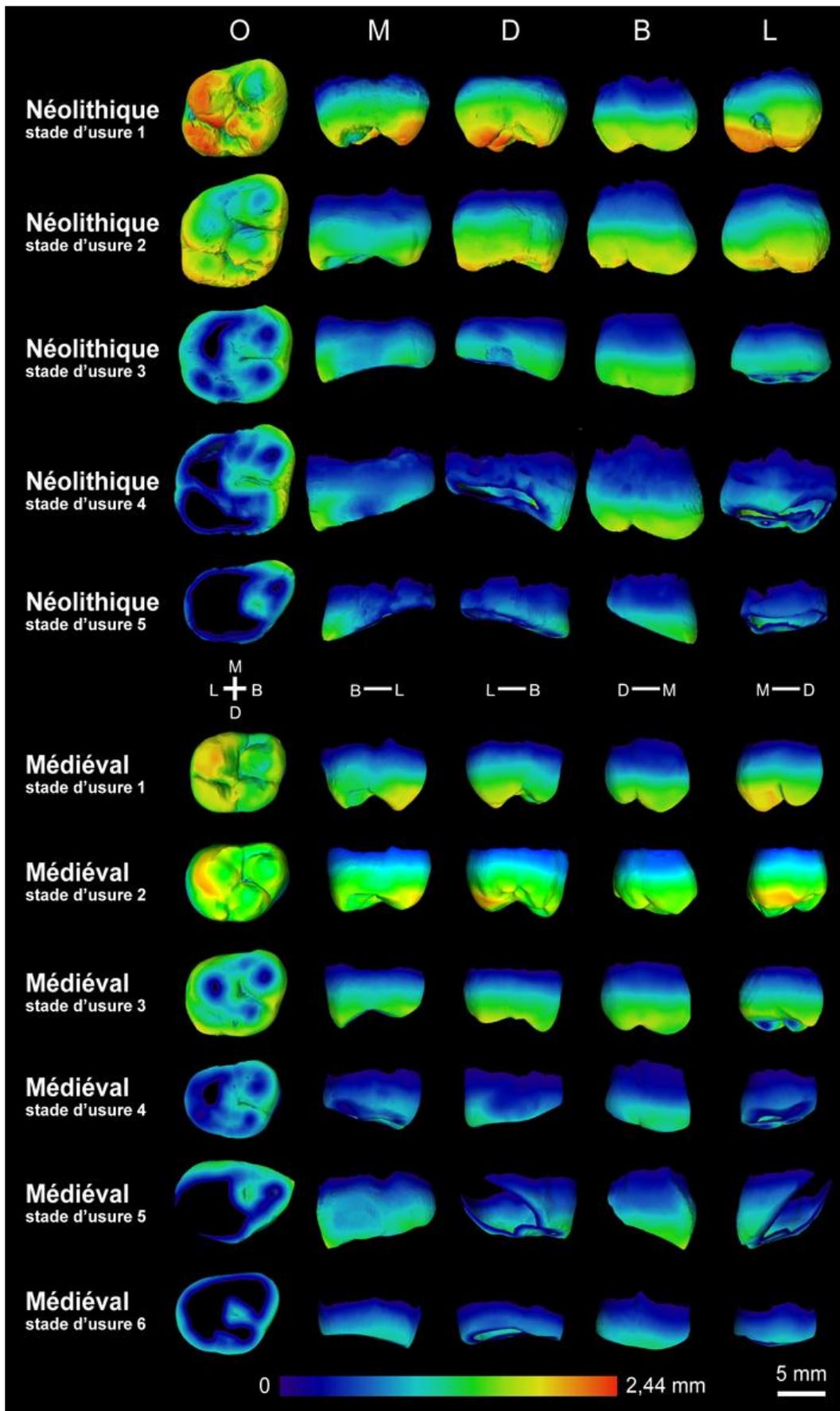


Figure 5.67. Cartographies comparatives des épaisseurs de l'émail pour les UM2 des individus néolithiques et médiévaux. L'échelle chromatique indique en bleu foncé les épaisseurs les plus faibles, et en rouge les épaisseurs les plus fortes (0 = occlusal, M = mésial, D = distal, B = buccal, L = lingual).

Les mesures des épaisseurs linéaires de l'émail obtenues sur les cuspides buccales et linguales sont données dans le **TABLEAU 5.70**. L'émail est systématiquement plus épais sur le côté latéral de la cuspide linguale par rapport à son équivalent sur la cuspide buccale, et ce pour toutes les UM2 échantillonnées (**TABLEAU 5.71**). Même si les différences ne sont pas significatives entre les dents néolithiques et médiévales, les premières montrent des épaisseurs linéaires de l'émail légèrement supérieures pour toutes les mesures, sauf l'apex de la cuspide buccale. En effet, alors que les UM2 médiévales possèdent un émail plus épais sur l'apex des cuspides buccales comparé à la position analogue sur la cuspide linguale, la condition opposée est trouvée pour les molaires néolithiques (**TABLEAU 5.70**).

Tableau 5.70. Mesures linéaires de l'épaisseur de l'émail.

Échantillon	Cuspide linguale			Cuspide buccale			
	LLT (mm)	LCT (mm)	LOT (mm)	BOT (mm)	BCT (mm)	BLT (mm)	
Néolithique	$\bar{m} \pm sd$	1,90 ± 0,33	1,38 ± 0,56	1,44 ± 0,21	1,49 ± 0,21	1,15 ± 0,33	1,58 ± 0,08
n=15	min-max	0,93-2,22	0,22-2,17	1,07-1,83	1,05-1,87	0,41-1,56	1,43-1,80
	CV	0,17	0,41	0,14	0,14	0,29	0,05
Médiéval	$\bar{m} \pm sd$	1,83 ± 0,21	1,18 ± 0,68	1,41 ± 0,20	1,41 ± 0,29	1,22 ± 0,36	1,52 ± 0,13
n=22	min-max	1,48-2,33	0,33-2,22	1,03-1,79	0,67-1,93	0,46-1,75	1,21-1,81
	CV	0,11	0,57	0,14	0,20	0,30	0,09

LLT = épaisseur latérale de la cuspide linguale ; LCT = épaisseur de l'apex de la cuspide linguale ; LOT = épaisseur occlusale de la cuspide linguale ; BLT = épaisseur latérale de la cuspide buccale ; BCT = épaisseur de l'apex de la cuspide buccale ; BOT = épaisseur occlusale de la cuspide buccale.
 \bar{m} = moyenne ; sd = écart-type ; min= minimum ; max = maximum : CV = coefficient de variation.

Tableau 5.71. Résultats des tests *t* de Student pour les différences d'épaisseurs de l'émail entre les cuspides des UM2 néolithiques et médiévales présentant pas ou peu d'usure occlusale (degré 1 à 3, Molnar 1971a).

Test <i>t</i> de Student	Néolithique			Médiéval		
	<i>t</i>	<i>dl</i>	<i>p</i>	<i>t</i>	<i>dl</i>	<i>p</i>
LLT vs BLT	3,842	13	0,002	7,742	21	0,000
LCT vs BCT	-1,351	12	0,202	-0,339	19	0,738
LOT vs BOT	-0,454	13	0,657	0,062	21	0,951

Les valeurs significatives ($p < 0,05$) sont en gras.

La **FIGURE 5.68** montre que, dans les deux échantillons, les épaisseurs standardisées de l'émail sur le côté lingual sont globalement supérieures (environ 2,5 mm) à celles du côté

buccal (environ 1,5 mm). En position buccale, où les profils sont similaires dans les deux échantillons, les valeurs moyennes pour les UM2 néolithiques sont supérieures à la variation montrée par les molaires médiévales, particulièrement dans les tiers cervicaux et médians. Sur le côté lingual, les valeurs pour les dents néolithiques sont, à nouveau, globalement supérieures par rapport à celles des individus médiévaux, mais les profils montrés par les deux échantillons sont plus divergents et les gammes de variations sont plus fortes (**FIGURE 5.68**). La différence est particulièrement prononcée entre 3,5 et 4,5 mm après le collet, où les UM2 néolithiques montrent un émail plus épais que les UM2 médiévales.

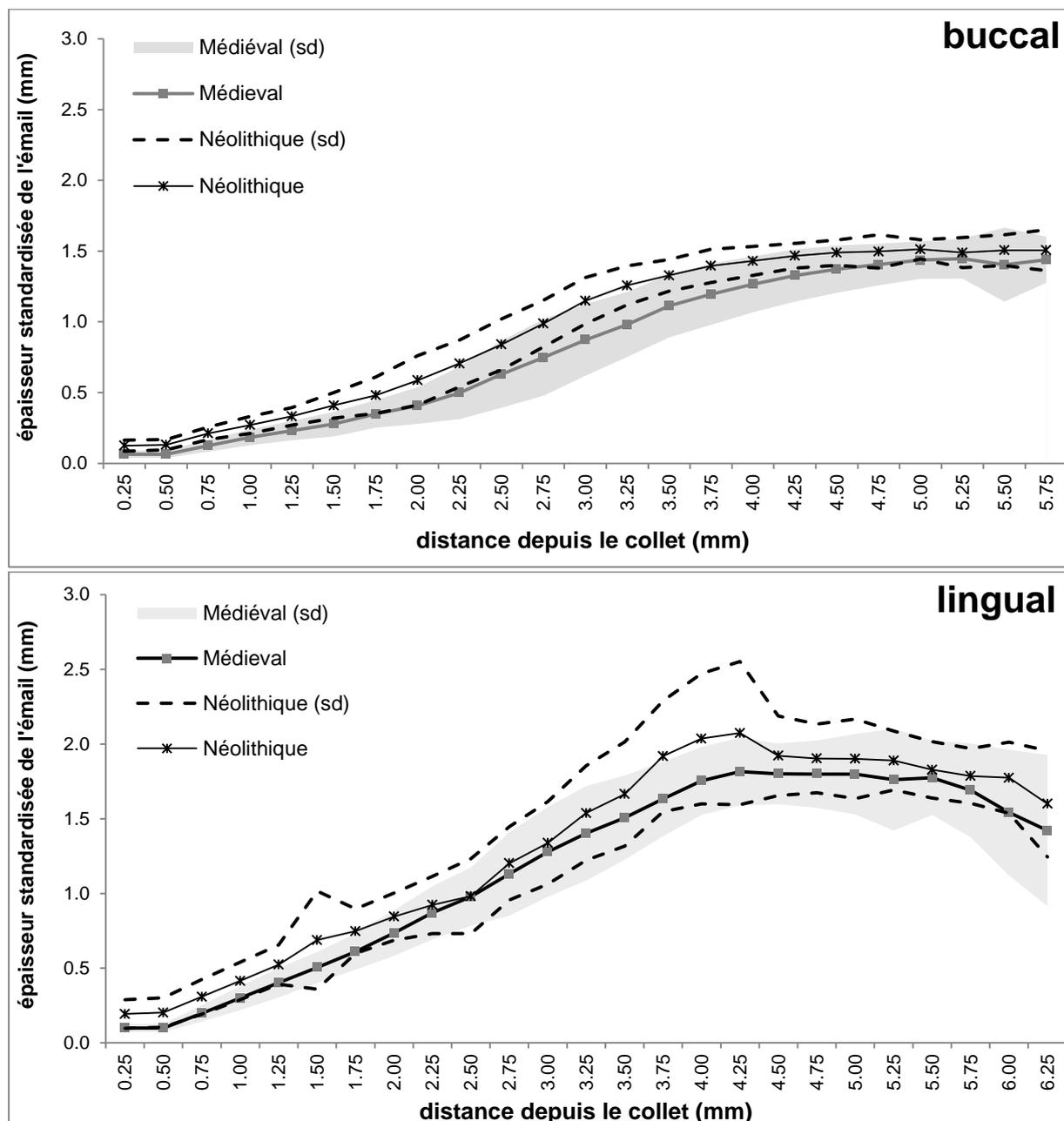


Figure 5.68. Profil topographique de la variation des épaisseurs de l'émail mesurées sur les aspects buccaux (en haut) et linguaux (en bas) sur les sections virtuelles passant par les cuspidés mésiales des UM2 néolithiques et médiévales.

Ainsi, les molaires néolithiques incluses dans cet échantillon ont des épaisseurs d'émail plus importantes que celles des couronnes médiévales sur les deux côtés buccal et lingual, mais les profils les plus divergents sont trouvés pour le côté lingual et associés à une plus grande variation.

5.4. Synthèse des résultats

Dans le présent travail, les usures occlusales sont plus prononcées pour les dents antérieures que pour les dents postérieures. La direction oblique, présente pour toutes les périodes, est caractéristique des molaires néolithiques.

Au niveau externe, dans l'ensemble, une réduction des dimensions externes des couronnes dentaires est observée entre la fin du Paléolithique, le Mésolithique et le début du Néolithique. Les couronnes montrent également une simplification de leur morphologie, avec notamment une diminution du nombre de cuspides supplémentaires pour les molaires supérieures et inférieures au cours du temps. En revanche, l'hypocône montre une tendance inverse : absent et rare au Paléolithique et au Mésolithique, respectivement, ses fréquences sont élevées pour les UM2 néolithiques. Ce développement de l'hypocône au cours du temps est montré quantitativement par l'analyse morphométrique de la jonction émail-dentine.

Au niveau interne, une réduction des proportions des tissus dentaires (mesures linéaires, surfaces et volumes) et des épaisseurs de l'émail est constatée entre la fin du Paléolithique, le Mésolithique et le début du Néolithique. Les dents des individus de la fin du Paléolithique possèdent des volumes, des surfaces et des épaisseurs de tissus dentaires globalement supérieurs, qui se distinguent des dents des individus mésolithiques et néolithiques. En particulier, le volume et la surface de l'émail subissent une réduction plus importante que ceux de la dentine, et les différences sont plus significatives entre les dents de la fin du Paléolithique et celles des périodes suivantes.

De plus, pour toutes les périodes, les épaisseurs de l'émail sont maximales sur les cuspides fonctionnelles, à savoir le côté lingual pour les molaires supérieures et le côté buccal pour les molaires inférieures. Plus important, cette hétérogénéité des épaisseurs de l'émail entre les cuspides fonctionnelles et non fonctionnelles est plus marquée pour les molaires néolithiques. Aussi, la distribution de l'épaisseur de l'émail (cartographie, variation topographique, épaisseur linéaire) des dents néolithiques se distinguent de celles de la fin du Paléolithique et du Mésolithique. Cette distinction est également retrouvée au niveau de la jonction émail-

dentine, avec des hauteurs des cornes de dentine plus importantes pour l'hypocône des UM2 néolithiques.

En résumé, les réductions les plus importantes des couronnes et des tissus dentaires se produisent entre la fin du Paléolithique et le Mésolithique, alors que les différences dans les types d'usure et dans la distribution de l'émail sont les plus marquées entre le Mésolithique et le début du Néolithique. D'autre part, les dents déciduales sont plus stables au cours du temps. Les dents permanentes supérieures présentent, quant à elles, les variabilités les plus fortes dans les tendances évolutives. Enfin, les dents qui montrent les changements les plus significatifs pour l'ensemble des aspects analysés sont les dm2 pour les dents déciduales, et les I1, M1 et M2 pour les dents permanentes.

6. Discussion

6. Discussion

The somewhat artificial distinction that has often been made in the past between so-called metric and non-metric dental variables should be overcome by the use of more sophisticated descriptions of shape. Townsend et al. (2012) : 7.

Les résultats des analyses morphométriques externe et interne mettent en évidence des variations dans l'architecture dentaire entre les individus de la fin du Paléolithique, du Mésolithique et du début du Néolithique, différences dont les implications phylogénétique, développementale et fonctionnelle sont discutées dans cette section.

Dans les populations préhistoriques, l'usure occlusale des dents a été décrite comme plus intense chez les chasseurs-cueilleurs que chez les agriculteurs et, dans les deux cas, un gradient a été observé, avec des dents antérieures plus usées que les dents postérieures (*e.g.*, Dahlberg 1963 ; Molnar 1971a ; Kaifu 1999, 2000 ; Deter 2009). Comparés aux agriculteurs, les chasseurs-cueilleurs montreraient une usure plus prononcée pour les dents antérieures et plus faible pour les dents postérieures (*e.g.*, Molnar 1972 ; Hinton 1981 ; Smith 1984 ; Kaifu 1999, 2000). Par ailleurs, l'usure oblique a été suggérée comme caractéristique des molaires des agriculteurs (Smith 1984 ; Deter 2009). Ces différences ont été reliées aux variations de régimes alimentaires et aux pratiques culturelles (*e.g.*, Brace 1962 ; Dahlberg 1963 ; Greene *et al.* 1967 ; Molnar 1971a, b, 1972 ; Hinton 1981 ; Smith 1984 ; Kaifu 1999, 2000 ; Papathanasiou 2005 ; Watson 2008 ; Deter 2009 ; Berbesque *et al.* 2012). Notamment, la mastication d'aliments fibreux et résistants est supposée entraîner le développement d'une usure plane pour les molaires, alors que l'usure oblique a été reliée à la consommation d'une alimentation plus abrasive, broyée et finement réduite (*e.g.*, Brace 1962 ; Greene *et al.* 1967 ; Smith 1984 ; Deter 2009).

Dans le présent travail, les dents antérieures sont plus usées que les dents postérieures pour toutes les périodes, mais ce signal est plus accentué pour les individus de la fin du Paléolithique. Contrairement aux résultats des études précédentes (*e.g.*, Molnar 1972 ; Smith 1984 ; Kaifu 1999), le taux d'usure des dents antérieures pour les individus de la fin du Paléolithique et du Mésolithique n'est pas plus important que celui des dents des individus néolithiques. Si les dents postérieures sont les plus usées pour les individus mésolithiques et néolithiques, des différences majeures sont observées dans les directions de l'usure entre ces

deux groupes. En effet, l'usure oblique des molaires est largement dominante pour les molaires néolithiques échantillonnées (plus de 90 % pour les 170 M1 et plus de 80 % pour les 94 M2). Si cette direction est considérée comme caractéristique des agriculteurs (*e.g.*, Smith 1984 ; Deter 2009), elle est néanmoins présente également chez les individus paléolithiques et mésolithiques, mais en moindres proportions (environ 52 % à la fin du Paléolithique et 60 % au Mésolithique, toutes molaires confondues). L'omniprésence de ce type d'usure et son caractère systématiquement majoritaire suggèrent un régime alimentaire spécialisé et homogène et/ou probablement des techniques de préparation similaires pour les populations néolithiques. En revanche, l'alimentation des populations paléolithiques et mésolithiques était probablement plus diversifiée et/ou préparée avec des techniques plus variées. Ces interprétations sont concordantes avec les résultats des analyses isotopiques, qui ont mis en évidence la tendance généralisée en Europe d'un changement depuis une alimentation hétérogène et diversifiée au Mésolithique vers une alimentation homogène au Néolithique (*e.g.*, Lubell *et al.* 1994 ; Drucker *et al.* 2005 ; Schulting 2011). Les chasseurs-cueilleurs sont supposés développer une usure plane des molaires en raison de la mastication d'aliments fibreux et résistants (*e.g.*, Smith 1984). Cependant, une proportion non négligeable d'usures obliques est présente pour les individus de la fin du Paléolithique et du Mésolithique échantillonnés dans la présente étude. Dans le même ordre d'idée, Lubell *et al.* (1994) ont constaté une obliquité plus importante pour les dents d'individus mésolithiques par rapport à des individus néolithiques au Portugal ; et ce alors même que, selon les résultats des analyses isotopiques, les individus mésolithiques portugais auraient consommé à la fois des ressources terrestres et marines et que la population néolithique n'ait consommé que de la nourriture d'origine terrestre (Lubell *et al.* 1994). Ces différences dans les types d'usure peuvent également être reliées aux contraintes fonctionnelles de la mastication (*e.g.*, Kay et Hiiemae 1974 ; Schwartz 2000a). Dans le premier cycle de la mastication, les dents ne sont pas en contact, mais écrasent de manière répétée le bol alimentaire, causant des surfaces d'usure sur les cuspides. Dans le cycle suivant, les dents cisailent et broient l'une contre l'autre, produisant des usures obliques caractéristiques. Avec une nourriture diversifiée et hétérogène, majoritairement d'origine terrestre et fibreuse pour les chasseurs-cueilleurs (*e.g.*, Drucker et Henry-Gambier 2005 ; Drucker *et al.* 2005 ; Schulting 2011), les dents opposées sur les deux arcades n'entreraient pas souvent en contact les unes contre les autres. En revanche, avec une nourriture plus abrasive et plus transformée pour les agriculteurs, les dents seraient en contact sur de plus longues périodes et montreraient un type d'usure préférentiel, voire largement majoritaire, avec un angle oblique (*e.g.*, Smith 1984 ; Deter 2009).

Aussi, dans ce travail, des différences dans les types d'usure ont été identifiées entre les molaires supérieures et inférieures des individus de deux sites néolithiques situées dans deux régions géographiques différentes, mais couvrant une même période chronologique : celle de Gurgy, datée du Néolithique ancien et moyen du Bassin parisien (Rottier *et al.* 2005), et celle des Bréguières datée de la transition entre Néolithique ancien et moyen méditerranéen (Provost *et al.* 2014). Dans les deux populations, l'usure oblique est dominante pour l'ensemble des molaires avec une direction principale buccolinguale pour les molaires supérieures et une direction linguobuccale pour les molaires inférieures. Par contre, si la direction secondaire est distomésiale pour les molaires inférieures de Gurgy et des Bréguières, les directions secondaires des molaires supérieures sont différentes entre les deux populations. En effet, à Gurgy, la direction secondaire de l'usure oblique est majoritairement distolinguale, alors qu'aux Bréguières, elle est plus importante en position mésiolinguale. Dans les deux cas, les cuspidés fonctionnelles (les plus sollicitées lors de la mastication) sont toujours les plus usées : l'hypocône pour les individus de Gurgy et le protocône pour les individus des Bréguières. Ces différences d'usure témoignent probablement de différences dans les régimes alimentaires et/ou dans les techniques de préparation et/ou dans les contraintes masticatoires entre ces deux échantillons néolithiques. À Gurgy, les données archéologiques et isotopiques ont suggéré un régime alimentaire dominé par les protéines animales et, en complément des ressources issues de l'élevage, une consommation de poissons d'eau douce est probable (Rey *et al.* 2014). De plus, la variation isotopique révèle un groupe ayant consommé des produits similaires et une alimentation très homogène pour cet échantillon du Bassin parisien. Si la consommation de ce type de ressources est cohérente avec les résultats pour d'autres sites de la région (*e.g.*, Bocherens *et al.* 2005 ; Herrscher *et al.* 2012), une telle homogénéité est en revanche inédite pour la période considérée (Rey *et al.* 2014). Pour les Bréguières, les analyses isotopiques sont en cours (D. Binder, com. pers.). Déjà, les études archéologiques, environnementales et isotopiques de sites méditerranéens voisins et contemporains ont montré que l'exploitation des ressources alimentaires carnées terrestres (viande et produits laitiers) était dominante dans les stratégies de subsistance et, bien qu'envisageable, la consommation de ressources d'origine marine est peu probable (Binder 2005 ; Le Bras-Goude *et al.* 2006a ; Goude *et al.* 2014). Si l'alimentation est relativement homogène dans les groupes humains méditerranéens, plusieurs cas particuliers sont cependant identifiés pour des individus ayant une alimentation « atypique » (Le Bras-Goude *et al.* 2006a). Ainsi, ces variations de ressources alimentaires entre Gurgy et les Bréguières ont probablement impliqué des différences dans les techniques de préparation des aliments et/ou dans la biomécanique de la mastication.

Sur la base des mesures externes de la couronne, une réduction marquée des dimensions dentaires à partir de la fin du Pléistocène a été mise en évidence à des échelles locales et régionales (*e.g.*, Brace et Mahler 1971 ; Frayer 1977, 1978 ; Calcagno 1986 ; Brace *et al.* 1987 ; yEdynak 1989 ; Pinhasi *et al.* 2006 ; Pinhasi et Meiklejohn 2011). Cependant, cette tendance varie entre les types de dents et les diamètres mesurés (Wolpoff 1971 ; Frayer 1977, 1984 ; Brace *et al.* 1987). En effet, une évolution différentielle a été démontrée entre les dents antérieures et les dents postérieures, avec un taux de réduction des dents antérieures plus grand que celui des dents postérieures (*e.g.*, Brace 1967 ; Frayer 1977, 1978 ; Brace *et al.* 1987 ; Christiensen 1998). Également, la réduction est plus prononcée pour les dents du maxillaire que pour celles de la mandibule (Calcagno 1986). Dans la plupart de ces études, une réduction universelle a été proposée et associée aux changements culturels, notamment ceux de la transition vers le Néolithique. Cependant, ces études ont majoritairement concerné des échantillons d'origines géographiques et chronologiques très larges et traité la réduction dentaire d'un point de vue macroévolutif. D'autre part, la taille et la forme des couronnes sont influencées par des facteurs génétiques, épigénétiques et environnementaux (voir Hughes et Townsend 2013 pour une revue). Bien que le contrôle polygénétique soit relativement élevé (Townsend et Brown 1978 ; Dempsey et Townsend 2001 ; Hlusko *et al.* 2004b ; Townsend *et al.* 2009, 2012 ; Hlusko 2016) et dominant pour la taille des couronnes (Dempsey et Townsend 2001), l'impact des facteurs environnementaux sur la variation dentaire a été démontré, notamment par les études sur des jumeaux (Potter *et al.* 1981 ; Corruccini *et al.* 1986 ; Hughes *et al.* 2001 ; Eguchi *et al.* 2004 ; Townsend *et al.* 2009). De plus, le diamètre buccolingual a été décrit comme moins influencé par les facteurs environnementaux que le diamètre mésiodistal (Calcagno 1986), suggérant un contrôle génétique différent entre ces deux dimensions (Potter et Nance 1976 ; Potter *et al.* 1976).

Dans le présent travail, une réduction des diamètres mésiodistal et buccolingual des dents déciduales et des dents permanentes est observée entre la fin du Paléolithique, le Mésolithique et le début du Néolithique. Dans l'ensemble, les dents de la fin du Paléolithique possèdent des dimensions coronaires supérieures à celles des dents du Mésolithique et du Néolithique. Les hauteurs des couronnes diminuent également entre ces trois périodes. Cependant, la réduction n'est pas uniforme entre les types de dents, avec un signal plus marqué pour les dents permanentes que pour les dents déciduales. Étant la première dentition à se former, le développement des dents déciduales est moins variable que celui des dents permanentes (Birch et Dean 2009). Ainsi, les dents déciduales sont plus conservatives et sont probablement moins sensibles aux modifications microévolutives que les dents permanentes. Bien que peu étudiées dans le cadre de la réduction dentaire postpléistocène (mais voir Frayer 1978), les

dents déciduales sont essentielles pour la compréhension de l'évolution dentaire chez les primates (*e.g.*, Macchiarelli *et al.* 2006, 2013). Comme déjà observé à la transition entre le Paléolithique supérieur et le Mésolithique en Europe (Frayer 1977, 1978), les résultats de la présente étude montrent une réduction différentielle entre les dents antérieures et postérieures, la réduction des dimensions de ces dernières étant plus marquée. Par ailleurs, les différences de dimensions coronaires les plus importantes entre les trois périodes considérées sont relevées pour les dm2 et les M3. Ainsi, les molaires déciduales et permanentes qui se forment le plus tardivement au cours du développement dentaire présentent la réduction la plus marquée, constat déjà évoqué, entre autres, dans le modèle de l'interaction compensatoire (*compensatory interaction* (CI), Sofaer *et al.* 1971a). Aussi, les résultats de la présente étude confirment une réduction plus importante du diamètre buccolingual que du diamètre mésiodistal (*e.g.*, y'Edynak 1978 ; Calcagno 1986 ; Pinhasi *et al.* 2008 ; Pinhasi et Meiklejohn 2011). Cependant, les différences sont moins marquées que dans l'étude de Brace *et al.* (1987), qui ont observé, pour les dix derniers millénaires, une réduction deux fois plus rapide du diamètre buccolingual que du diamètre mésiodistal. Contrairement à ce qui est attendu dans les modèles expliquant la réduction dentaire par l'effet probable des mutations (*probable mutation effect* (PME), Brace 1963) ou l'augmentation de la densité de la population (*increasing population density effect* (IPDE), Macchiarelli et Bondioli 1986a), les individus du Mésolithique du Bassin aquitain et de ses marges semblent avoir déjà subi une réduction dentaire conséquente alors même qu'ils n'avaient pas développé l'utilisation de la poterie et n'étaient pas agriculteurs.

Les variations anatomiques non métriques sont déterminées par des facteurs multiples, avec des contrôles génétiques et environnementaux modérés à forts (Berry et Berry 1967 ; Hauser et De Stefano 1989 ; Crubezy et Sellier 1990a ; Scott et Turner 1997). Largement utilisées pour estimer les relations biologiques entre les populations et les liens familiaux dans l'espace sépulcral (Turner 1987 ; Crubezy et Sellier 1990a, b ; Irish 1997 ; Gemmerich Pfister 1999 ; Desideri 2003 ; Matsumura et Hudson 2005 ; Ullinger *et al.* 2005 ; Irish 2006 ; Coppa *et al.* 2007 ; Delgado-Burbano 2007a ; Hanihara 2008 ; Thomas 2011 ; Irish *et al.* 2013, 2014 ; Irish 2014 ; McIlvaine *et al.* 2014 ; Zubova 2014), les variations anatomiques non métriques sont considérées comme des marqueurs fiables de relations biologiques.

Dans le présent travail, une simplification de la morphologie dentaire est observée entre la fin du Paléolithique, le Mésolithique et le début du Néolithique. En particulier, une réduction de l'hypocône pour les molaires supérieures et une réduction de l'hypoconulide pour les molaires inférieures sont observées au cours du temps, et associées à une diminution des fréquences de

cuspidés supplémentaires. Ainsi, ces cuspidés, qui se forment le plus tardivement au cours de la cascade du développement des cuspidés (*e.g.*, Butler 1956 ; Skinner et Gunz 2010) et qui sont les plus fonctionnelles (*e.g.*, Kay et Hiiemae 1974 ; Macho et Berner 1994) sont celles dont la forme varie le plus. Ces résultats sont en accord avec ceux des études précédentes, ayant montré, qu'en raison de contraintes environnementales plus fortes exercées sur les dents se développant le plus tardivement, les cuspidés distales (*i.e.* métacône, hypocône et métaconule) subissent une réduction graduelle marquée de la UM1 à la UM3, alors que les cuspidés mésiales (*i.e.* paracône, protocône) sont plus stables dans les populations humaines modernes (Macho et Moggi-Cecchi 1992). Ainsi, associée à des contraintes environnementales (*e.g.*, Scott et Turner 1997 ; Riga *et al.* 2014), une combinaison des facteurs développementaux et fonctionnels pourrait être responsable de la simplification morphologique des dents.

D'autre part, si les populations échantillonnées ici pour le Magdalénien moyen, le Magdalénien supérieur et l'Azilien présentent les plus fortes proximités dans l'expression des variations anatomiques non métriques, il est intéressant de noter que celles du Premier Mésolithique et du Néolithique ancien sont plus proches entre elles, alors que celles du Second Mésolithique et surtout du Néolithique moyen se placent comme des groupes extérieurs dans l'analyse des mesures moyennes de divergence. Ces résultats pourraient être mis en lien avec la rupture technique qui s'est produite entre le Premier Mésolithique et le Second Mésolithique (*e.g.*, Marchand et Perrin 2015 pour une revue récente). Aussi, les dents des individus datés du Néolithique moyen montrent les morphologies les plus différentes du reste de l'échantillon et traduisent probablement une variabilité importante des populations, qui peut être mise en parallèle avec le morcellement biologique et culturel sur le territoire au Néolithique moyen (*e.g.*, Jeunesse 1998 ; Guilaine 2006 ; Thomas 2011). Ainsi, des phénomènes démographiques et migratoires sont probablement entrés en jeu dans la variabilité morphologique dentaire observée entre ces populations.

À partir de l'analyse des proportions des tissus dentaires, il a été démontré que les épaisseurs de l'émail sont plus importantes pour les molaires permanentes que pour les molaires déciduales (Macho et Berner 1993 ; Schwartz 2000a ; Grine 2002, 2005 ; Mahoney 2010, 2013). Aussi, les dents antérieures révèlent des épaisseurs d'émail plus fines que les dents postérieures (Smith *et al.* 2008, 2012). À l'échelle macroévolutive, une réduction plus importante de la dentine par rapport à l'émail a été démontrée, conduisant à un émail relativement plus épais pour les Hommes modernes (*e.g.*, Shellis *et al.* 1998 ; Kono 2004 ; Smith *et al.* 2005, 2008, 2012 ; Macchiarelli *et al.* 2006 ; Olejniczak *et al.* 2008a). Ces études

ont été réalisées à partir de données 2D ou 3D, or l'étude conjointe des données 2D et 3D est nécessaire pour la compréhension globale des modifications dentaires (*e.g.*, Olejniczak *et al.* 2008c). Néanmoins, peu de données sont disponibles sur les variables 3D pour les Hommes modernes, notamment pour les populations de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène. Pour les molaires permanentes, une tendance à l'augmentation antéropostérieure de l'épaisseur de l'émail depuis la M1 à la M3 a été documentée dans les populations humaines modernes (*e.g.*, Macho et Berner 1993 ; Schwartz 2000b ; Schwartz et Dean 2000 ; Grine 2002, 2005). Cette augmentation distale de l'épaisseur relative de l'émail a été reliée aux modèles fonctionnels de la biomécanique de la mastication (Macho et Berner 1993, 1994 ; Spears et Macho 1995 ; Macho et Spears 1999 ; Schwartz 2000b, a). Ainsi, l'émail plus épais des molaires postérieures pourrait correspondre aux forces occlusales les plus fortes. Cependant, les résultats de l'étude de Grine (2002) suggèrent que l'épaisseur relative de l'émail importante des molaires distales pourrait être expliquée par des paramètres développementaux reliés à la réduction des dimensions des dents. En effet, la durée de formation des couronnes des molaires chez les Hommes modernes et les chimpanzés augmente distalement le long de l'arcade de la M1 à la M3 (Reid *et al.* 1998a, b). Bien qu'une augmentation de la durée de formation de la couronne serait attendue dans le cas d'une augmentation de l'épaisseur de l'émail, ces études ont montré que l'émail plus fin des M3 chez les chimpanzés mettait plus longtemps à se former (entre 3,5 à 4 ans) que celui plus épais des M3 humaines (entre 3,1 et 3,4 ans). Ainsi, un temps de formation prolongé peut être couplé à une réduction du taux de sécrétion des améloblastes (Reid *et al.* 1998a, b). Ces données montrent que l'origine fonctionnelle ou développementale de la variation de l'épaisseur de l'émail reste à discuter.

Les résultats du présent travail confirment l'augmentation antéropostérieure de l'épaisseur moyenne (AET) et relative (RET) de l'émail en 3D et en 2D déjà observée pour les dents déciduales le long des arcades dans les précédentes études (*e.g.*, Zilberman *et al.* 1992 ; Bayle *et al.* 2009b, 2010, 2015 ; Crevecoeur *et al.* 2010 ; Mahoney 2010 ; Zanolli *et al.* 2010), et reliée aux contraintes morphologiques et fonctionnelles (revue dans Mahoney 2013). Aussi, les dents déciduales et permanentes paléolithiques se différencient des dents du Mésolithique et du début du Néolithique par les valeurs absolues décrivant la structure interne les plus fortes, et des proximités importantes sont identifiées entre les proportions des tissus des dents mésolithiques et néolithiques. Dans l'ensemble, le volume total des couronnes et les volumes des différents tissus diminuent alors que le pourcentage de dentine et de pulpe dans la couronne augmente au cours du temps. Ces tendances sont plus marquées pour les Udm2 et

les Ldm2, concernant les dents déciduales, et pour les I1 et les M1 inférieures et supérieures, pour les dents permanentes. Aussi, les dents déciduales sont plus stables entre les différentes périodes, confirmant leur nature plus conservative que celle des dents permanentes (Birch et Dean 2009). Majoritairement, la réduction de l'émail est plus significative que la réduction de la dentine et de la pulpe. Aussi, l'étude de la variation topographique et des épaisseurs linéaires montre un émail plus épais pour les molaires paléolithiques que pour celles des individus mésolithiques et néolithiques. Ainsi, les résultats de ce travail de recherche montrent une réduction plus marquée de l'émail que de la dentine (en valeur absolue), associée à une réduction des épaisseurs moyennes et relatives de l'émail pour les populations de la fin du Pléistocène et du début du l'Holocène.

Par ailleurs, dans le présent travail, la variation de l'architecture interne a été utilisée pour évaluer et caractériser finement les proximités biologiques interindividuelles à l'échelle intrasite. Traditionnellement, les affinités biologiques et populationnelles sont abordées à partir de l'analyse de la taille et de la forme des couronnes dentaires, en utilisant les dimensions des diamètres externes et les variations anatomiques non métriques (Hanihara 1961, 1966 ; Garn *et al.* 1969 ; Alvesalo et Tigerstedt 1974 ; Townsend et Brown 1978 ; Townsend 1980 ; Scott et Turner 1997 ; Hanihara et Ishida 2005 ; Irish 2005, 2006 ; Hanihara 2008 ; Brook *et al.* 2009 ; Lukacs et Pal 2013 ; Kenyhercz *et al.* 2014 ; Paul et Stojanowski 2015). Cependant, ces paramètres quantitatifs et qualitatifs sont fortement affectés par l'usure, et le codage visuel des variations anatomiques est soumis à la subjectivité de l'observateur. Bien que l'épaisseur de l'émail, les proportions des tissus dentaires, ainsi que la morphologie de la jonction émail-dentine, se soient révélés des paramètres efficaces pour caractériser finement la taxinomie, les relations phylogénétiques, les différences de développement et/ou de régimes alimentaires (Martin 1985 ; Macho et Berner 1993 ; Kono *et al.* 2002 ; Kono 2004 ; Macchiarelli *et al.* 2006 ; Olejniczak *et al.* 2008a, b, c ; Skinner *et al.* 2008a, 2010, 2015 ; Smith *et al.* 2008, 2012 ; Bayle *et al.* 2009b, 2010 ; Suwa *et al.* 2009 ; Zanolli *et al.* 2010, 2015b), ces variables de la structure interne des dents ont été peu évaluées au sein des populations humaines modernes ou actuelles pour discuter d'affinités interpopulationnelles et intrapopulationnelles (voir Feeney *et al.* 2010b). De plus, l'utilisation de la structure interne des dents pour caractériser les affinités biologiques intrapopulationnelles est, à notre connaissance, inédite dans un contexte archéologique.

Dans la présente étude, les proportions des tissus, l'épaisseur de l'émail et la morphologie de la jonction émail-dentine des UM2 ont été utilisées pour évaluer les affinités biologiques entre les individus néolithiques de Gurgy, et discuter les regroupements en fonction des paramètres

biologiques, funéraires et chronoculturels. Les variations de l'architecture des UM2 montrent qu'à Gurgy, les hommes présentent une plus grande quantité de tissus coronaires que les femmes, mais seul le volume de dentine et de pulpe dans la couronne est significativement supérieur chez les hommes que chez les femmes. Aussi, la jonction émail-dentine des hommes tend à être plus grande, avec des cornes de dentine plus hautes et un allongement dans le sens mésiodistal par rapport à la jonction émail-dentine des femmes. Au niveau de la structure interne, un dimorphisme sexuel a déjà été mis en évidence avec un volume total de l'émail, un volume de dentine et une surface de la jonction émail-dentine plus importants pour les hommes que pour les femmes (Feeney 2009 ; Feeney *et al.* 2010b). Ainsi, les différences de dimensions dentaires externes entre les sexes ont été reliées à une quantité absolue de dentine supérieure chez les hommes par rapport aux femmes (*e.g.*, Alvesalo et Tammisalo 1981 ; Alvesalo *et al.* 1991 ; Alvesalo 1997 ; Feeney 2009). D'après les résultats obtenus par l'analyse des proportions des tissus dentaires, de l'épaisseur de l'émail et de la morphologie de la jonction émail-dentine dans la présente étude, les individus inhumés dans un type de tombe particulier, les sépultures à alcôves, possèdent une architecture dentaire qui se distingue de celle des dents des individus inhumés dans des fosses avec contenant et des fosses cuvelées. De plus, les individus des phases ancienne et récente de Gurgy ont pu être distingués de ceux de la phase d'occupation principale du site sur la base de leurs proportions des tissus dentaires et de la morphologie de la jonction émail-dentine. À partir de l'analyse en cluster, les groupes obtenus partagent majoritairement les mêmes paramètres culturels et funéraires, comme le type de structure de tombe, son orientation et sa localisation dans la nécropole, la position de l'individu et l'orientation de sa tête. Ainsi, il apparaît que les individus de la phase principale d'occupation du site constituent un groupe biologiquement homogène. En revanche, les individus des phases anciennes et récentes se distinguent, sans pour autant qu'il ne soit nécessairement possible de leur attribuer une origine exogène. En effet, il est intéressant de noter que la plupart d'entre eux sont inhumés dans des tombes à alcôve, utilisées tout au long de l'occupation de la nécropole (Rottier 2007). Ainsi, malgré une certaine diversité des pratiques funéraires montrée par les données bioarchéologiques (Le Roy 2015), la position géographique du site à la confluence des cultures continentales et méditerranéennes (Rottier *et al.* 2005) et les données paléogénétiques signalant la rencontre de ces deux courants à Gurgy (Rivollat *et al.* 2015), les analyses isotopiques (Rey *et al.* 2014) et les données de la structure interne des dents (Le Luyer *et al.* 2014, présente étude) révèlent une population relativement homogène à Gurgy.

Une plus grande objectivité est fournie en mesurant les couronnes qu'en codant visuellement leurs variations morphologiques. Comme souligné par Hughes et Townsend (2013), une combinaison des traits métriques et non métriques fournirait une meilleure compréhension de la variation des couronnes dentaires humaines. Dans le présent travail, les deux types d'analyses morphologiques et métriques ont été conduits selon une approche intégrant à la fois la caractérisation de la structure externe et la structure interne des dents. Si les résultats obtenus à partir de la structure interne révèlent des changements dentaires plus complexes que ceux identifiés à partir de la structure externe, l'ensemble des données de l'architecture des couronnes converge vers un même constat : les réductions les plus importantes sont identifiées entre la fin du Paléolithique et le Mésolithique ; en revanche, les modifications dans les types d'usures et dans la distribution des épaisseurs de l'émail sont les plus marquées entre les individus mésolithiques et néolithiques.

Les variations identifiées au niveau des structures externes et internes entre les dents antérieures et postérieures, ainsi qu'au niveau des dents les plus distales de chaque classe dentaire, concordent vers des différences de processus développementaux entre les dents des individus de la fin du Paléolithique, du Mésolithique et du début du Néolithique. En effet, des variations dans le développement dentaire, dues à des facteurs génétiques, épigénétiques et/ou environnementaux, auraient pu agir sur la taille et la forme des couronnes dentaires. Si des différences ontogénétiques dans l'initiation de la minéralisation et la durée de formation des couronnes et des racines dentaires ont pu être identifiées chez les hominines (Ramirez Rozzi 1997 ; Dean *et al.* 2001, 2014 ; Macchiarelli *et al.* 2006 ; Guatelli-Steinberg *et al.* 2007, 2012 ; Smith *et al.* 2007a, 2010, 2015 ; Guatelli-Steinberg 2009 ; Dean 2010 ; Dean et Elamin 2014 ; Le Cabec *et al.* 2015 ; Mahoney 2015), peu d'informations sont disponibles sur la variation dans les populations humaines modernes (Smith *et al.* 2006b, 2007b), en particulier dans celles de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène. À une échelle microévolutive, des variations dans ces paramètres développementaux sont également probables entre ces populations. Notamment, des processus développementaux sont probablement en partie responsables des évolutions différentes mises en évidence entre les dents antérieures et postérieures. En effet, comme mis en évidence chez les souris et les babouins, les dents antérieures et les dents postérieures forment deux modules génétiques distincts (Hlusko et Mahaney 2009 ; Hlusko *et al.* 2011), et les pressions de sélection exercées sur chacun des modules sont différentes (Hlusko et Mahaney 2007). Aussi, un fonctionnement indépendant au cours du développement a été identifié chez les Hommes actuels, avec une plasticité plus importante pour le développement des incisives permanentes (Braga et Heuzé 2007). D'autre part, à l'échelle de la dent, des variations dans la cascade génétique de développement

(Jernvall et Jung 2000), en particulier au niveau des nœuds de l'émail (enamel knots, Vahtokari *et al.* 1996 ; Jernvall et Thesleff 2000), pourraient expliquer les différences identifiées dans la simplification morphologique et la réduction des cuspides supplémentaires (en dimensions et en fréquence). En effet, il a récemment été suggéré que la zone de production de l'émail se déplacerait au cours de l'évolution, alors que la localisation des structures déjà pourvues d'émail serait conservée (Qu *et al.* 2015).

Au cours de l'évolution des hominines, des relations fonctionnelles complexes et les pressions de sélection associées sont mises en évidence entre l'épaisseur de l'émail et les régimes alimentaires, comme montrées par la variation importante de l'épaisseur de l'émail au sein du genre *Homo* et la persistance d'un émail épais chez les Hommes modernes (*e.g.*, Martin 1985 ; Olejniczak *et al.* 2008a ; Smith *et al.* 2012). Dans ce contexte, l'analyse de la distribution de l'épaisseur de l'émail sur l'ensemble de la couronne (en 3D) et de sa variation topographique sur des sections histologiques ou virtuelles (en 2D) fournit des éléments pour comprendre les adaptations fonctionnelles alimentaires et/ou non alimentaires (Macho et Berner 1993 ; Schwartz 2000b ; Teaford 2007 ; Lucas *et al.* 2008b ; Smith *et al.* 2012). Dans des études (principalement en 2D), un émail plus épais a été mesuré sur le côté lingual des molaires maxillaires et sur le côté buccal des molaires mandibulaires chez les Hommes modernes, ce qui semble une tendance commune chez les primates (Molnar et Gantt 1977 ; Beynon et Wood 1986 ; Macho et Berner 1993 ; Schwartz 2000b ; Grine 2005 ; Mahoney 2010). L'épaisseur de l'émail tend également à être plus variable sur le sommet des cuspides des molaires et le long du bassin que sur les parois des cuspides. Cette répartition a été interprétée comme étant le reflet de différences dans l'expression des forces masticatoires entre les cuspides durant la mastication (*e.g.*, Kay et Hiiemae 1974 ; Kay 1975 ; Molnar et Ward 1977 ; Macho et Spears 1999).

Dans la présente étude, les dents de la fin du Paléolithique, du Mésolithique et du Néolithique montrent une répartition similaire avec des épaisseurs de l'émail plus importantes sur les cuspides fonctionnelles et plus faibles sur les cuspides non fonctionnelles. Cependant, l'asymétrie de l'épaisseur de l'émail est plus marquée pour les dents des agriculteurs du début du Néolithique que pour les dents des chasseurs-cueilleurs de la fin du Pléistocène. En particulier, la variation topographique de l'épaisseur de l'émail présente une asymétrie plus importante entre le côté lingual et le côté buccal des molaires supérieures et inférieures néolithiques, alors que les épaisseurs standardisées de l'émail des molaires paléolithiques et mésolithiques sont similaires entre les faces buccales et linguales. Aussi, bien que pour toutes les périodes, les épaisseurs linéaires de l'émail mesurées sur les molaires soient

systématiquement plus importantes dans leur aspect latéral que dans leurs aspects occlusal et apical, les relations entre ces aspects sur chacune des cuspides sont plus variables au Paléolithique et au Mésolithique. En revanche, au Néolithique, l'épaisseur de l'émail est systématiquement la plus forte au niveau latéral et la plus faible au niveau apical pour les cuspides des molaires supérieures et inférieures, déciduales comme permanentes. Ainsi, alors qu'une distribution plutôt homogène de l'épaisseur de l'émail a été mise en évidence pour les molaires déciduales et permanentes de la fin du Paléolithique et du Mésolithique, l'ensemble des paramètres mesurés pour l'épaisseur de l'émail témoigne d'une asymétrie renforcée et systématique pour la distribution de l'émail des molaires datées du début du Néolithique. Ces résultats renforcent l'interprétation de changements adaptatifs fonctionnels de l'épaisseur de l'émail entre ces populations avec des stratégies de subsistance différentes.

Concernant les aspects environnementaux, culturels, démographiques et populationnels, la fin du Paléolithique, le Mésolithique et le début du Néolithique sont des périodes de mutations majeures dans l'histoire des sociétés. Dans l'ouest de l'Europe, à partir de la fin du Pléistocène, et notamment du dernier épisode de détérioration climatique au Dryas récent, des changements de stratégie de subsistance notables ont eu lieu (Kozłowski 2005). En plus de la chasse, les sociétés de la fin du Pléistocène ont commencé à développer une intensification et un élargissement de l'éventail des ressources exploitées avec, en particulier, un rôle considérable des ressources aquatiques et végétales (Kozłowski 2005). Au Paléolithique supérieur, les stratégies de chasse montrent une importante diversité dans la macrofaune et ne concernent quasiment pas la mésofaune ; par exemple, la chouette harfang et le lièvre commencent à entrer dans le spectre faunique au Magdalénien (Laroulandie 2009). Ainsi, un élargissement et une intensification de l'exploitation de la mésofaune sont perceptibles à partir du Magdalénien supérieur (*e.g.*, Cochard 2004 ; Costamagno *et al.* 2008 ; Szmíd *et al.* 2009), notamment à partir du Bölling, puis à l'Azilien et au Laborien, par exemple sur le site de Pont d'Ambon (Célérier 1998). Les raisons envisagées pour cette diversification du régime alimentaire à la fin du Paléolithique, qui n'est pas un phénomène global, sont une réduction de mobilité ou une augmentation démographique (*e.g.*, Langlais *et al.* 2012 ; Marchand 2014a). À partir de l'Holocène, l'installation du climat tempéré (Magny 1997, 2004 ; Magny *et al.* 2002) a conduit à une fermeture du couvert végétal qui devient progressivement dominé, au cours du Mésolithique, par la chênaie caducifoliée (Delhon *et al.* 2010). Au cours du Boréal, des changements majeurs dans les traditions techniques, la culture et la mobilité se sont opérés entre le Premier Mésolithique et le Second Mésolithique, autour de 7000 ans cal. BC (Marchand et Perrin 2015). À la suite de cette amélioration climatique, les sociétés

mésolithiques ont diversifié leur économie de prédation et de stockage avec, en plus de la chasse et de la pêche, une intensification inédite des activités de cueillette et de collecte dans les stratégies de subsistance (Valdeyron 2013). Aussi, à partir de l'analyse des structures en creux sur les sites mésolithiques européens et notamment sur le site d'Auneau (Verjux et Dubois 1996 ; Verjux 1997), la mise en évidence de la présence de fosses de stockage, de fosses dépotoirs et des premières nécropoles converge vers une réduction de la mobilité au Mésolithique, et notamment une réduction des distances d'approvisionnement (Verjux 2015). Cependant, cette stabilisation des populations ne correspond pas à une sédentarité des populations mésolithiques. Comme souligné par Testart (2012 : 206) : « *les conditions naturelles qui vont faire jouer un rôle de premier plan au stockage alimentaire sont l'abondance et la saisonnalité* ». À partir du Mésolithique, les conditions pour le développement du stockage semblent satisfaites, grâce à l'amélioration climatique. Par ailleurs, les résultats des analyses isotopiques mettent en évidence des différences de régimes alimentaires entre les individus de la fin du Paléolithique supérieur, ceux du Mésolithique, et ceux du début du Néolithique. Alors que la consommation de produits d'origine terrestre semble dominante au Paléolithique supérieur (Drucker et Henry-Gambier 2005 ; Drucker *et al.* 2005), les études isotopiques réalisées sur des individus mésolithiques ont révélé l'introduction d'une alimentation d'origine marine. Pour les sites côtiers de Téviec et Hoëdic, une consommation massive de protéines d'origine marine a été mise en évidence, en particulier pour Hoëdic (Schulting et Richards 2001). À La Vergne, la consommation de produits terrestres est dominée par les protéines animales, et la contribution d'aliments issus du milieu aquatique est probable (Schulting *et al.* 2008). Au Mésolithique, une alimentation hétérogène et diversifiée est constatée d'après les analyses isotopiques, alors qu'au Néolithique, une alimentation homogène est observée, et cette tendance semble généralisée en Europe (*e.g.*, Lubell *et al.* 1994 ; Drucker *et al.* 2005 ; Schulting 2011). Au début du Néolithique, le passage d'une économie de prédation à une économie de production est un bouleversement majeur qui témoigne de changements écologiques, technoéconomiques et socioculturels majeurs entre les sociétés de chasseurs-cueilleurs et les premières sociétés agropastorales (*e.g.*, Price 2000 ; Demoule 2009 ; Pinhasi et Stock 2011 ; Cummings *et al.* 2014). Ces dernières développent une gestion et un contrôle des ressources du territoire, de nouvelles techniques agricoles et de domestication, ainsi que de nouveaux outils, notamment la poterie (*e.g.*, Guilaine 2006 ; Leroyer *et al.* 2008 ; Binder et Sénépart 2010 ; Marchand 2010 ; Tresset et Vigne 2011). Si les mouvements migratoires sont nombreux, avec des réseaux de circulation et d'échanges, l'essor démographique est associé à une sédentarisation progressive des populations néolithiques (*e.g.*, Bocquet-Appel et Bar-Yosef 2008). La

combinaison de ces modifications environnementales, culturelles et démographiques sont certainement en lien avec la réduction dentaire plus marquée entre la fin du Paléolithique et le Mésolithique, d'une part, et les différences d'usure occlusale et de distribution de l'épaisseur de l'émail entre le Mésolithique et le début du Néolithique, d'autre part.

Aussi, en plus des analyses menées sur les populations de la fin du Pléistocène et de l'Holocène, la distribution de l'épaisseur de l'émail et sa variation ont été comparées entre deux échantillons de UM2, l'un néolithique et l'autre médiéval, afin d'évaluer les possibles relations entre les types d'usures et l'épaisseur de l'émail dans des populations holocènes aux caractéristiques socioculturelles très contrastées et impliquant des contraintes alimentaires et non alimentaires différentes. Ce travail a montré que les molaires néolithiques présentent un émail plus épais que les molaires médiévales. Pour chaque degré d'usure, les cartographies de l'épaisseur de l'émail des molaires néolithiques montrent des valeurs plus fortes d'épaisseurs moyenne et maximale de l'émail. Aussi, pour tous les aspects considérés dans les épaisseurs linéaires de l'émail, les UM2 néolithiques ont systématiquement un émail plus épais que les molaires médiévales. Ces résultats sont cohérents avec l'hypothèse d'un régime masticatoire abrasif qui agit comme une force de sélection directionnelle et qui sollicite une réponse adaptative à travers l'épaisseur de l'émail (Hlusko *et al.* 2004a ; Kelley et Swanson 2008 ; Pampush *et al.* 2013 ; Kupczik et Lev-Tov Chattah 2014). En accord avec cette interprétation, les molaires néolithiques de l'échantillon, pour lesquelles l'usure oblique de direction buccolinguale est largement dominante et la perte maximale d'émail affecte le quadrant distolingual, l'épaisseur de l'émail la plus importante est trouvée précisément à l'endroit où les stress masticatoires occlusaux sont les plus importants : sur la cuspide distolinguale. D'autre part, les molaires médiévales montrent des usures et des épaisseurs de l'émail plus homogènes, alors qu'une usure et une topographie de l'épaisseur de l'émail asymétrique sont systématiquement montrées entre les cuspides fonctionnelles et les cuspides non fonctionnelles pour les molaires néolithiques. De plus, une variation plus importante et des valeurs d'épaisseur de l'émail plus élevées caractérisent le côté lingual des molaires supérieures dans les deux populations échantillonnées. Ainsi, ces résultats confirment que le côté lingual des molaires supérieures, et donc les cuspides fonctionnelles, sont plus sensibles aux pressions microévolutives.

La réduction du relief occlusal et la perte d'émail causées par l'usure pourraient avoir une influence cruciale sur l'évolution et l'adaptation structurale des molaires (*e.g.*, Kay 1975 ; Molnar et Ward 1977 ; Macho et Spears 1999 ; Benazzi *et al.* 2013a, b). En effet, le type

d'usure occlusale révèle des informations sur la nourriture ingérée et les comportements masticatoires au cours de la vie d'un individu. Aussi, des relations significatives ont été identifiées entre la morphologie dentaire, les forces masticatoires et l'usure occlusale (Eng *et al.* 2013), et un lien fonctionnel entre l'architecture interne et la topographie externe des couronnes a également été suggéré (Benazzi *et al.* 2013b). Plus particulièrement, les expérimentations réalisées afin d'évaluer la distribution des stress occlusaux ont montré que les forces masticatoires d'intensité importante sont concentrées sur les sillons et les fissures (Benazzi *et al.* 2011d, 2013a, b). Ainsi, ces données suggèrent que ces caractéristiques topographiques, essentielles pour résister à l'usure occlusale, sont cruciales pour comprendre la distribution des types de stress occlusaux (Benazzi *et al.* 2011d).

Le type d'usure omniprésent codé pour les molaires néolithiques, caractérisé par un fort pourcentage d'usures obliques, suggère un régime alimentaire spécialisé et homogène et des techniques de préparation similaires pour tous les individus néolithiques de Gurgy. En accord avec les précédentes études (*e.g.*, Brace 1962 ; Greene *et al.* 1967 ; Molnar 1971a, b ; Smith 1984 ; Papathanasiou 2005 ; Deter 2009), l'usure oblique est caractéristique des molaires néolithiques et la surface occlusale systématiquement concave reflète une utilisation intensive de meules (*grinding stones*) pour la réduction des graines et des céréales (*e.g.*, Leroyer *et al.* 2008 ; Marival et Giraud 2009). L'utilisation de meules peut avoir conduit à l'ingestion non intentionnelle de sables et gravillons ayant contaminé la nourriture durant sa préparation. Ainsi, des aliments plus fins et plus réduits possèdent un impact abrasif plus important, indépendamment de la nature de l'aliment régulièrement consommé (Macchiarelli 1989). À l'inverse, les types d'usure variés observés pour les individus médiévaux de Sains-en-Gohelle traduisent probablement de plus grandes diversité et variété d'aliments consommés par ces individus du Moyen Âge (Herrscher *et al.* 2001 ; Polet et Katzenberg 2003 ; Muldner et Richards 2007a, b ; Esclassan *et al.* 2009). Les populations médiévales avaient probablement des techniques de préparation alimentaire plus élaborées que les populations néolithiques, apportant moins de particules abrasives dans l'alimentation (Herrscher *et al.* 2001 ; Esclassan *et al.* 2009). Aussi, la forte fréquence des lésions carieuses dans l'échantillon médiéval est probablement due, entre autres, à une alimentation bouillie et une consommation régulière de pain (Esclassan *et al.* 2009 ; Beauval *et al.* 2012). En résumé, la diversité des régimes alimentaires et des techniques de préparation des aliments auraient toutes les deux contribué à une proportion plus faible d'usures obliques dans l'échantillon de molaires médiévales.

L'épaisseur de l'émail est un paramètre fortement écosensible (Kato *et al.* 2014 ; Zanolli 2015) et un trait plastique contrôlé génétiquement qui peut évoluer rapidement et être sélectionné en réponse aux changements alimentaires, à l'usure occlusale ou à la cassure (*e.g.*, Hlusko *et al.* 2004b ; Kelley et Swanson 2008 ; Pampush *et al.* 2013 ; Horvath *et al.* 2014 ; Kupczik et Lev-Tov Chattah 2014 ; Hlusko 2016). De plus, les différences d'épaisseur d'émail ont été reliées à la variété des aliments consommés dans les milieux tempérés et/ou aux demandes biomécaniques des aliments ingérés spécifiquement durant certaines saisons (Kato *et al.* 2014). Pampush *et al.* (2013) ont émis l'hypothèse que l'épaisseur de l'émail s'adapte à la fois à un régime alimentaire dur et à une usure produite tout au long de la vie. Par ailleurs, Kupczik et Lev-Tov Chattah (2014) ont montré qu'au cours de l'évolution dentaire des cercopithécinés, la perte d'émail sur la partie linguale des incisives inférieures serait un moyen de résister à la cassure lors d'un régime alimentaire spécialisé dans l'ingestion de graines et de fruits à la peau dure. D'après les différents éléments précédents, la réduction des aliments et leur préparation devraient causer plus de contacts dent à dent durant la mastication, réduisant de ce fait l'abrasion en faveur de l'attrition (*e.g.*, Kaidonis 2008 ; Burnett *et al.* 2013) et résultant en une usure oblique des molaires typique des agriculteurs (Smith 1984). En comparaison avec les résultats obtenus pour l'échantillon médiéval, l'émail épais sur les cuspidés linguales des molaires néolithiques a pu être un moyen de résister à l'usure plutôt qu'une réponse à de fortes contraintes masticatoires. Dans ce contexte, les résultats du présent travail suggèrent que l'épaisseur de l'émail peut répondre sélectivement à l'usure occlusale.

Le long de l'arcade, la surface d'émail n'augmente pas nécessairement de manière absolue, mais, parce que la surface de dentine diminue, le résultat est une augmentation de l'épaisseur relative de la M1 à la M3. Ces résultats sont concordants avec ceux des précédentes études, qui ont conclu que l'émail et la dentine ne covariaient pas nécessairement (*e.g.*, Harris *et al.* 2001 ; Grine 2002). Ainsi, l'épaisseur relative de l'émail plus importante pour les molaires distales est obtenue à partir d'une réduction préférentielle de la dentine. Étant donné que, pour les dents humaines, les dimensions externes des M1 sont supérieures à celles des M2, elles-mêmes plus grandes que les M3, la réduction de taille des molaires distales est obtenue grâce à une réduction différentielle de la dentine (Grine 2002, 2005). Ce phénomène a également été évoqué pour expliquer la réduction dentaire au cours de l'évolution du genre *Homo* (Smith *et al.* 2012). À l'échelle microévolutive, le présent travail montre des résultats contraires avec une réduction plus importante de l'émail que la dentine entre les populations humaines de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène. Ainsi, ces deux tissus présentent une

macroévolution et une microévolution divergentes. Comme souligné par Hlusko (2016), l'interaction entre ces deux tissus dentaires et leurs différents effets pléiotropiques (ou leur absence) est un paramètre nécessaire à évaluer plus finement. Par ailleurs, de nombreuses similitudes partagées entre la dentine et l'os ne sont pas communes à l'émail, notamment leur origine embryologique et leurs réponses spécifiques aux molécules du développement (*e.g.*, Sun *et al.* 2011 ; 6). Pour obtenir une caractérisation encore plus fine, l'étude intégrée de l'ensemble de la dent (couronne et racine) permettra de mieux appréhender les facteurs phylogénétiques, développementaux et fonctionnels impliqués dans l'évolution de l'architecture dentaire, ainsi que leurs liens avec les variations d'autres tissus du squelette, comme l'os cortical.

À la lumière des données nouvelles obtenues pour la structure interne des dents dans la présente étude, les modèles évolutifs proposés depuis une cinquantaine d'années (Brace 1963 ; Jolly 1970 ; Sofaer *et al.* 1971a ; Calcagno 1986 ; Macchiarelli et Bondioli 1986a) ne permettent pas d'expliquer les évolutions différentielles des proportions des tissus dentaires dans l'échantillon analysé. Si les pressions de mutation, l'effet pléiotropique des gènes et la dérive génétique ont probablement agi et ne sont pas à négliger, leurs effets seraient peu importants par rapport à la sélection naturelle qui est avancée comme cause majeure de la réduction des structures (Prout 1964). Ce mécanisme évolutif est le principal évoqué dans les modèles de la réduction dentaire. Cependant, de multiples causes sont envisageables pour expliquer ce phénomène de réduction des structures au cours de l'évolution (Prout 1964 ; Kieser 1990). Ainsi, il est fort probable que les raisons évoquées dans chacun des modèles proposés aient agi conjointement et/ou successivement au cours du phénomène de réduction observé pour les dents humaines. Cependant, les résultats de la présente étude suggèrent un effet majeur des contraintes développementales et fonctionnelles sur l'architecture dentaire des populations humaines modernes de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène. En effet, la réduction dentaire de la couronne associée à une réduction de l'émail (absolue et relative) pourrait être une adaptation sélective aux contraintes masticatoires, en réponse aux modifications des conditions environnementales et d'exploitation des ressources par les populations humaines. Des recherches supplémentaires seront nécessaires pour interpréter et relier plus précisément les tendances microévolutives de l'architecture externe et interne des dents avec les différences d'accès aux ressources, de stratégies de subsistance et de mode de vie des populations humaines de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène.

Conclusions et perspectives

Conclusions et perspectives

L'étude intégrée des couronnes dentaires, combinant différentes analyses morphométriques de la structure externe (dimensions et variations anatomiques non métriques) et de la structure interne (proportions des tissus dentaires, épaisseurs de l'émail, morphologie de la jonction émail-dentine), a permis de caractériser et d'interpréter l'évolution de l'architecture dentaire pour les populations humaines du Bassin aquitain et de ses marges entre la fin du Pléistocène et le début de l'Holocène (19000 – 5500 cal. BP). Une réduction des dimensions coronaires et une simplification de la morphologie sont observées entre la fin du Paléolithique (Magdalénien moyen et supérieur, Azilien, Laborien), le Mésolithique (Premier et Second Mésolithique) et le début du Néolithique (Néolithique ancien et moyen). De même, une réduction des volumes et des surfaces des tissus dentaires et des épaisseurs de l'émail est constatée entre ces périodes. Au niveau de la structure externe comme de la structure interne, les réductions les plus marquées se produisent entre la fin du Paléolithique et le Mésolithique. En revanche, les différences dans les types d'usure et dans la distribution de l'émail sont les plus importantes entre le Mésolithique et le début du Néolithique. Ainsi, les modifications induites par les changements environnementaux du début de l'Holocène semblent avoir eu un impact plus important sur la réduction des dents des populations humaines, alors que les changements culturels du début du Néolithique ont essentiellement affecté les types d'usure et la distribution de l'épaisseur de l'émail. D'autre part, au cours de ces trois périodes, la réduction est plus importante pour le volume et la surface de l'émail que pour ceux de la dentine coronaire. Aussi, une hétérogénéité dans les épaisseurs de l'émail est constatée entre les cuspides fonctionnelles et non fonctionnelles, ces dernières présentant un émail plus fin que les premières. Cette distinction, surtout marquée pour les molaires néolithiques, est retrouvée au niveau de la jonction émail-dentine dont les hauteurs des cornes sont plus importantes pour les cuspides fonctionnelles, notamment pour l'hypocône. Ainsi, des différences ontogénétiques au cours du développement et une sélection de la distribution de l'émail en réponse à l'usure occlusale ont été mises en évidence et reliées aux changements fonctionnels de la mastication.

Au terme de ce travail, plusieurs aspects méthodologiques, analytiques et comparatifs se dégagent comme des perspectives de recherche qui devront être approfondies ou explorées.

Dans le présent travail, l'analyse des macro-usures a permis de déceler des différences de régimes alimentaires et/ou de techniques de préparation des aliments entre les populations de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène, ainsi que des variations entre deux

populations néolithiques. L'étude des macro-usures couplée à celle des micro-usures et des données isotopiques permettra de préciser et de quantifier plus finement les variations dans les ressources végétales et animales ainsi que les différences liées aux variations écologiques et géographiques (*e.g.*, El Zaatari *et al.* 2011 ; Fiorenza *et al.* 2011 ; El Zaatari et Hublin 2014 ; voir aussi Fiorenza *et al.* 2015 pour une revue).

Aussi, dans cette étude, les dents dont l'usure occlusale était supérieure au degré 4 (Molnar 1971a) ont été exclues de l'analyse de la structure interne. Afin d'inclure un échantillon plus conséquent tout en réduisant les biais liés à l'usure occlusale, des mesures latérales des épaisseurs de l'émail et des proportions des tissus dentaires seront à mettre en œuvre (*e.g.*, Benazzi *et al.* 2011c). D'autre part, les changements les plus importants dans les épaisseurs de l'émail ont été trouvés en position distolinguale pour les molaires supérieures de l'échantillon analysé. La réalisation de sections 2D de la couronne en position distale permettra alors d'évaluer plus précisément les différences entre l'hypocône et le métacône.

Étant donné que, chez les primates anthropoïdes, une relation allométrique a été démontrée entre l'aire de la dentine (b) et la taille/masse du corps (Kay 1981 ; Martin 1985), Martin (1985) a défini le calcul d'un indice, l'épaisseur relative de l'émail (RET), qui permet de comparer l'épaisseur de l'émail de différentes classes de dents d'un individu et les dents de différents taxons en s'affranchissant de cet effet allométrique. D'autres auteurs ont également proposé des standardisations de l'épaisseur de l'émail, par le diamètre mésiodistal (Kay 1981), l'aire de la base de la couronne (Beynon et Wood 1986) ou encore ou le diamètre bi-cervical (Grine 2002). À l'échelle populationnelle, il a été montré que les gènes qui influencent l'épaisseur de l'émail sont indépendants de ceux qui codent pour la taille des dents (Hlusko *et al.* 2004b ; Hlusko 2016). Ainsi, le calcul du RET est problématique, car il traduit un phénomène qui ne représente pas la variation de l'épaisseur de l'émail à l'échelle inter- et intrapopulationnelle (Hlusko 2016). Ainsi, l'ensemble de ces éléments suggère que des alternatives au calcul du RET doivent être envisagées, par exemple le calcul de l'épaisseur moyenne de la dentine (ADT, Bayle et Dean 2013). Il faudra progresser dans la définition de nouveaux indicateurs de ce type.

Les couronnes dentaires possèdent des formes irrégulières problématiques pour l'élaboration d'une méthode permettant de produire des cartographies 3D consensus à l'image de celles déjà réalisées pour les os longs (Bondioli *et al.* 2010 ; Macchiarelli *et al.* 2013 ; Puymérail 2013). En l'absence de cartographies consensus permettant de visualiser la variation sur

l'ensemble de la couronne, des dents considérées comme représentatives de chaque période ont été choisies pour réaliser les cartographies 3D de l'épaisseur de l'émail. Le développement d'une méthode adaptée permettra la réalisation de cartographies consensus et la comparaison statistique des distributions de l'épaisseur de l'émail sur l'ensemble de la couronne.

La caractérisation de la morphologie de la jonction émail-dentine, grâce aux méthodes de morphométrie géométrique, a permis de quantifier finement la microévolution de la jonction émail-dentine, approximation de l'épithélium interne de l'émail du germe dentaire en cours de développement (Butler 1956), entre la fin du Paléolithique, le Mésolithique et le début du Néolithique. Les comparaisons de tous les types de molaires entre les périodes sont à poursuivre. Le modèle 3D (*template*) développé pour des questions microévolutives sur les UM2 sera appliqué aux autres molaires supérieures, et sera adapté pour les molaires inférieures, déciduales et permanentes. Par ailleurs, pour les dents usées pour lesquelles les landmarks ne peuvent pas être placés au sommet des cornes de dentine, le modèle 3D devra être adapté et restreint à l'analyse de la jonction émail-cément et des parois de la jonction émail-dentine. Aussi, leur covariation avec la jonction émail-dentine sera évaluée afin de caractériser les variations morphologiques de l'ensemble de la couronne pour les dents des différentes périodes de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène.

Grâce à l'analyse des empreintes occlusales (*occlusal fingerprints analysis, OFA*, Kullmer *et al.* 2009), la quantification de la position spatiale et de la taille des facettes d'usure, ainsi que les interactions entre les facettes antagonistes ont été réalisées (*e.g.*, Kullmer *et al.* 2012 ; Benazzi *et al.* 2013a). Aussi, les modélisations biomécaniques ont permis d'évaluer les liens entre les contraintes spatiotemporelles et fonctionnelles lors la mastication ainsi que l'impact du régime alimentaire sur les adaptations dentaires (*e.g.*, Kupczik *et al.* 2009 ; Benazzi *et al.* 2011d, 2014a ; Kupczik et Lev-Tov Chattah 2014). Ce type d'analyses sera à développer pour comprendre les liens fonctionnels entre les dents et les arcades dentaires dans les populations concernées par la présente étude et plus généralement. De plus, les relations entre l'os alvéolaire, le ligament alvéolo-dentaire, la gencive et le cément forment un appareil de soutien qui permet aux racines dentaires de supporter les forces masticatoires. L'étude de ces structures d'ancrage que sont les racines, essentielle pour comprendre des aspects fonctionnels de la mastication (*e.g.*, Kupczik *et al.* 2009 ; Kupczik et Hublin 2010), sera mise en œuvre pour les échantillons collectés dans le cadre du présent travail. Par ailleurs, l'hypercémentose est un phénomène physiologique ou idiopathique qui se produit en réaction

à des contraintes occlusales ou à des inflammations péri-apicales ou parodontales (revue dans d'Incau 2012). Pour les racines de deux molaires de l'échantillon μ CT, il a été possible de segmenter l'hypercémentose et de réaliser une caractérisation quantitative fine de ses variations. Par exemple, pour la LM1 de La Piscine (**FIGURE 6.1**), le pourcentage d'hypercémentose est estimé à 13,5 %, une valeur qui exprime la contribution du ciment ($109,6 \text{ mm}^3$) par rapport au volume total de la racine ($809,8 \text{ mm}^3$). Topographiquement, la plus forte accumulation de ciment (atteignant 2,4 mm) est localisée sur les aspects linguaux et distaux du tiers apical des racines. Pour évaluer les liens entre la morphologie des dents et les implications fonctionnelles de la mastication, les analyses au niveau des racines dentaires sont à poursuivre et à développer au niveau interne (*e.g.*, Bondioli *et al.* 2010 ; Kupczik et Hublin 2010 ; Bayle *et al.* 2012 ; Le Cabec *et al.* 2013). Ainsi, l'analyse de la distribution de l'épaisseur de la dentine radulaire par la méthode des cartographies morphométriques (Bondioli *et al.* 2010), et de sa covariation avec l'os, apportera notamment de nouveaux éléments sur les aspects développementaux et fonctionnels, présidant aux modifications biologiques qui se sont opérées pendant ces périodes de changements environnementaux et culturels majeurs dans l'histoire de l'humanité.

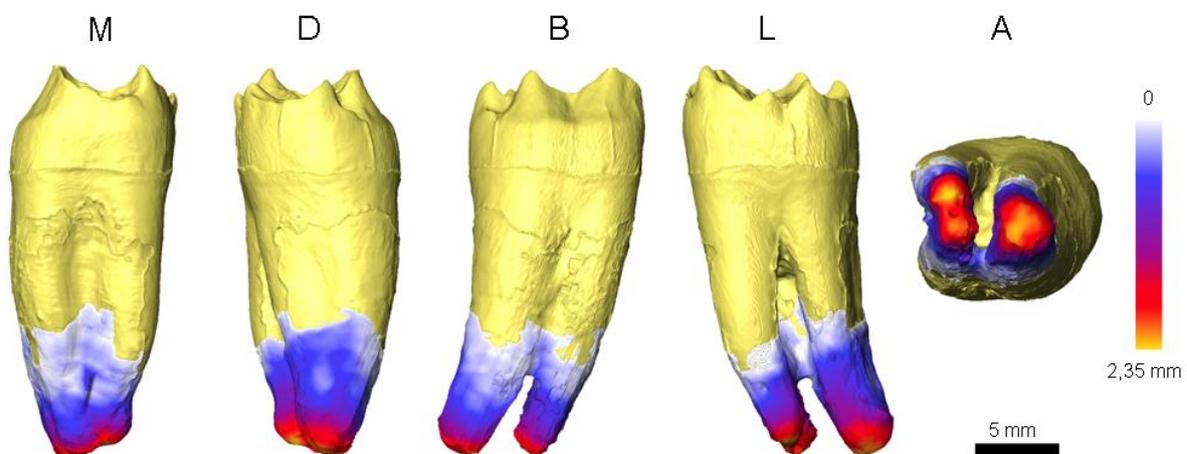


Figure 6.1. Cartographie 3D de la variation topographique de l'hypercémentose pour la LRM1 de La Piscine. L'échelle chromatique indique en blanc les épaisseurs de ciment les plus faibles et en jaune les épaisseurs les plus fortes (M = mésial, D = distal, B = buccal, L = lingual, A = apical).

Grâce à la caractérisation fine et non invasive de la structure interne des dents par microtomographie, des paramètres quantitatifs (épaisseur de l'émail, proportions des tissus dentaires et morphologie de la jonction émail-dentine) peuvent être utilisés pour discuter de proximités biologiques au sein des espaces funéraires, entre nécropoles ou à l'échelle populationnelle. En plus d'apporter un éclairage nouveau sur la structure biologique des

individus dans les ensembles sépulcraux, ces éléments de caractérisation interne sont d'un intérêt majeur dans la connaissance des populations du passé et de leurs échanges biologiques et culturels possibles.

Aussi, il a été montré que les chromosomes sexuels ont un impact différent sur le développement dentaire et la formation de l'émail et de la dentine lors de la croissance (*e.g.*, Alvesalo 1971, 1997, 2009). La croissance et les traits d'histoire de vie sont fortement dépendants des conditions socio-économiques et écologiques (Eveleth et Tanner 1990). Les dents enregistrent à un niveau très fin de telles informations au cours de leur croissance (*e.g.*, Dean 2006 ; Guatelli-Steinberg *et al.* 2012 ; Dean *et al.* 2014). Ainsi, l'étude des stries de croissance préservées à l'échelle microstructurale dans l'émail et la dentine permettra d'extraire des informations plus fines sur les aspects développementaux et leurs facteurs de variation. Notamment, elle permettra d'évaluer la contribution des variations de développement aux différences de proportions des tissus dentaires entre les populations humaines de la fin du Paléolithique, du Mésolithique et du début du Néolithique. D'autre part, l'analyse couplée des sections histologiques et des proportions des tissus dentaires permettra de préciser les facteurs agissant sur la variation dentaire au cours du développement. Le degré de résolution offert par l'utilisation de l'architecture dentaire interne dans des problématiques microévolutives (intra- et intersites) est actuellement en cours d'évaluation grâce à une large collecte de dents déciduales, microtomographiées dans le cadre d'un projet validé par la Commission nationale de l'informatique et des libertés (CNIL). Pour cette collection, différents paramètres sont renseignés, principalement le sexe et l'âge des individus, leurs liens de parenté, leur origine géographique, leur généalogie sur trois générations et les facteurs de stress pendant la grossesse, au cours de la naissance et durant les six premiers mois de la vie.

Enfin, l'universalité des liens morphologiques et fonctionnels dans la morphogénèse des variations dentaires mis en évidence dans le Bassin aquitain et ses marges grâce à une approche intégrée, sera à tester dans différents contextes chronoculturels et d'autres cadres écogéographiques. Par exemple, au Piage, une étude préliminaire de l'architecture interne des dents des individus aurignaciens et solutréens du site (Rougier *et al.* 2012), puis une comparaison d'autres individus de ces périodes avec ceux de la fin du Paléolithique échantillonnés dans le présent travail permettront de réévaluer l'existence de différences entre les Hommes du Paléolithique supérieur, notamment entre les phases anciennes et récentes (Frayser 1978), et de progresser dans la compréhension des facteurs conduisant à ces variations. Aussi, une étude en cours sur les populations mésolithiques et néolithiques d'El-

Barga, au Soudan, montre une réduction des dimensions coronaires associée à une réduction des proportions des tissus dentaires et des épaisseurs de l'émail (Benoiston *et al.* 2016). Ces résultats seront à relier aux données démographiques, environnementales et culturelles de cette région. Aussi, la prise en compte des données issues d'autres disciplines (paléogénétique, biogéochimie isotopique) permettra d'interpréter plus finement les variations de l'architecture dentaire et d'obtenir une compréhension plus globale des phénomènes biologiques et culturels de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène. Ce type d'étude interdisciplinaire pourra permettre d'éclaircir les relations évolutives entre l'environnement, les pratiques culturelles et l'évolution dentaire.

Bibliographie

Bibliographie

- Adams D.C., Rohlf F.J. et Slice D.E.** 2004. Geometric morphometrics: ten years of progress following the "revolution" *Italian Journal of Zoology* 71 : 5-16.
- Adler C.J. et Donlon D.** 2010. Sexual dimorphism in deciduous crown traits of a European derived Australian sample. *Forensic Science International* 199 : 29-37.
- Airvaux J.** 2001. L'art préhistorique du Poitou-Charentes. Sculptures et gravures des temps glaciaires. Paris : La Maison des Roches, 224 p.
- Airvaux J., Brou L. et Primault J.** 2012. Les outils sur lames tronquées et amincies du Magdalénien moyen de Lussac-Angles. *Préhistoire du Sud-Ouest* 20 : 143-178.
- Allard M.** 1992. Les magdaléniens de l'abri des Peyrugues, à Orniac (Lot). Leur culture et leurs relations avec le milieu. In : Rigaud J.-P., Laville H. et Vandermeersch B. (eds). *Le peuplement magdalénien. Paléogéographie physique et humaine, Colloque de Chancelade, 10-15 octobre 1988*. Paris : Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, p. 377-385.
- Allard M., Chalard P. et Martin H.** 2005. Témoins de mobilité humaine aux Peyrugues (Orniac, Lot) durant le Paléolithique supérieur. Signification spatiotemporelle. In : Jaubert J. et Barbaza M. (eds). *Territoires, déplacements, mobilité, échanges durant la Préhistoire, 126e congrès du Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, Toulouse, 2001*. Paris. CTHS, 219-232.
- Alley R. et Agustsdottir A.** 2005. The 8k event: cause and consequences of a major Holocene abrupt climate change. *Quaternary Science Reviews* 24 : 1123-1149.
- Alt K.W., Benz M., Vach W., Simmons T.L. et Goring-Morris A.N.** 2015. Insights into the social structure of the PPNB site of Kfar HaHoresh, Israel, based on dental remains. *PLoS One* 10 : e0134528.
- Alvesalo L.** 1971. The influence of sex-chromosome genes on tooth size in man: a genetic and quantitative study. *Proceedings of the Finnish Dental Society* 67 : 3-54.
- Alvesalo L.** 1997. Sex chromosomes and human growth. A dental approach. *Human Genetic* 101 : 1-5.
- Alvesalo L.** 2009. Human sex chromosomes in oral and craniofacial growth. *Archives of Oral Biology* 54 : S18-24.
- Alvesalo L.** 2013. The expression of human sex chromosome genes in oral and craniofacial growth. In : Scott G.R. et Irish J.D. (eds). *Anthropological perspectives on tooth morphology: genetics, evolution, variation*. Cambridge : Cambridge University Press, p. 92-107.
- Alvesalo L., Nuutila M. et Portin P.** 1975. The cusp of Carabelli. Occurrence in first upper molars and evaluation of its heritability. *Acta Odontologica Scandinavica* 33 : 191-197.
- Alvesalo L. et Tammisalo E.** 1981. Enamel thickness in 45,X females' permanent teeth. *American Journal of Human Genetics* 33 : 464-469.
- Alvesalo L., Tammisalo E. et Townsend G.C.** 1991. Upper central incisor and canine tooth crown size in 47,XXY males. *Journal of Dental Research* 70 : 1057-1060.
- Alvesalo L. et Tigerstedt P.M.A.** 1974. Heritabilities of human tooth dimensions. *Hereditas* 77 : 311-318.

- Apps M.V.B., Hughes T.E. et Townsend G.C.** 2004. The effect of birthweight on tooth-size variability in twins. *Twin Research* 7 : 415-420.
- Armelagos G.J., Van Gerven D.P., Goodman A.H. et Calcagno J.M.** 1989. Post-Pleistocene facial reduction, biomechanics and selection against morphologically complex teeth: a rejoinder to Macchiarelli and Bondioli. *Human Evolution* 4 : 1-7.
- Aubry B.S.** 2014. Technical note: Cervical dimensions for in situ and loose teeth: a critique of the Hillson *et al.* (2005) method. *American Journal of Physical Anthropology* 154 : 159-164.
- Bader R.S.** 1965. Heritability of dental characters in the house mouse. *Evolution* 19 : 378-384.
- Bailey S.E.** 2000. Dental morphological affinities among late Pleistocene and recent humans. *Dental Anthropology* 14 : 1-8.
- Bailey S.E.** 2002. Neandertal dental morphology: implications for modern human origins. PhD dissertation, Arizona State University, 256 p.
- Bailey S.E. et Hublin J.-J.** 2013. What does it mean to be dentally "modern"? In : Scott G.R. et Irish J.D. (eds). *Anthropological perspectives on tooth morphology: genetics, evolution, variation*. Cambridge : Cambridge University Press, p. 222-249.
- Bailey S.E., Skinner M.M. et Hublin J.-J.** 2011. What lies beneath? An evaluation of lower molar trigonid crest patterns based on both dentine and enamel expression. *American Journal of Physical Anthropology* 145 : 505-518.
- Bailit H.L. et Friedlaender J.S.** 1966. Tooth size reduction: a hominid trend. *American Anthropologist* 68 : 665-672.
- Bailit H.L. et Sung B.** 1968. Maternal effects on the developing dentition. *Archives of Oral Biology* 13 : 155-161.
- Balzeau A., Crevecoeur I., Rougier H., Froment A., Gilissen E., Grimaud-Hervé D., Menecier P. et Semal P.** 2010. Applications of imaging methodologies to paleoanthropology: beneficial results relating to the preservation, management and development of collections. *Comptes Rendus Palevol* 9 : 265-275.
- Banks W.E., Antunes N., Rigaud S. et Francesco d.E.** 2013. Ecological constraints on the first prehistoric farmers in Europe. *Journal of Archaeological Science* 40 : 2746-2753.
- Barbaza M.** 1999. Les civilisations postglaciaires. La vie dans la grande forêt tempérée. Paris : La Maison des Roches, 128 p.
- Barbaza M.** 2009. L'Azilien classique pyrénéen : l'Azilien de la grotte de Troubat dans ses divers contextes. In : Collectif (ed). *De Méditerranée et d'ailleurs... Mélanges offerts à Jean Guilaine*. Toulouse : Archives d'écologie préhistorique, p. 31-48.
- Barral L.** 1958. Contribution à la connaissance des populations néo-énéolithiques de Basse-Provence. L'homme cardial de Castellar, abri Pendimoun (A.-M.). *Bulletin du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco* 5 : 135-164.
- Barral L. et Primard S.** 1962. L'Homme du Rastel. *Bulletin du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco* 9 : 171-190.
- Barral L. et Riquet R.** 1984. L'Homme du Rastel (Peillon, Alpes-Maritimes). *Bulletin de la Société d'Anthropologie du Sud-Ouest* 19 : 205-210.
- Bayle P.** 2008a. Analyses quantitatives par imagerie à haute résolution des séquences de maturation dentaire et des proportions des tissus des dents déciduales chez

les Néandertaliens et les Hommes modernes. Thèse de doctorat, Université de Toulouse III - Paul Sabatier, 344 p.

- Bayle P.** 2008b. Proportions des tissus dentaires des dents déciduales chez deux individus de Dordogne (France) : l'enfant néanderthalien du Roc de Marsal et le spécimen du Paléolithique supérieur final de La Madeleine. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* 20 : 151-163.
- Bayle P., Bondioli L., Dean M.C. et Macchiarelli R.** 2012. Unrolled roots: topographic variation of the dentine thickness in Neandertal and modern human anterior teeth. *Proceeding of the European Society for the study of Human Evolution*, 1, 35.
- Bayle P., Braga J., Mazurier A. et Macchiarelli R.** 2009a. Brief communication: high-resolution assessment of the dental developmental pattern and characterization of tooth tissue proportions in the late Upper Paleolithic child from La Madeleine, France. *American Journal of Physical Anthropology* 138 : 493-498.
- Bayle P., Braga J., Mazurier A. et Macchiarelli R.** 2009b. Dental developmental pattern of the Neanderthal child from Roc de Marsal: a high-resolution 3D analysis. *Journal of Human Evolution* 56 : 66-75.
- Bayle P. et Dean M.C.** 2013. New ways to think about enamel and dentine thickness in longitudinal tooth sections. *Bulletin of the International Association for Paleodontology* 7 : 29-37.
- Bayle P., Le Luyer M. et Robson Brown K.** 2015. The dental remains: enamel thickness, and tissue proportions. In : Trinkaus E. et Walker M. (eds). *The people of Palomas: Neandertals from the Sima de las Palomas, Cabeza Gordo, Southeastern Spain*. College Station : Texas A&M Press Anthropology Series, sous presse.
- Bayle P., Macchiarelli R., Trinkaus E., Duarte C., Mazurier A. et Zilhão J.** 2010. Dental maturational sequence and dental tissue proportions in the early Upper Paleolithic child from Abrigo do Lagar Velho, Portugal. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 107 : 1338-1342.
- Beauval C., Alonso L., Brunet M., Cabart H., Chenal F., Crépeau N., Daulny L., Doyen J.-M., Maury M., Fronteau G., Péchart S., Treffort C. et Vallet S.** 2012. Rapport d'opération de fouilles archéologiques - Sains-en-Gohelle "227 rue Lamartine," Vol. 1 : Données administratives, scientifiques et techniques & présentation des résultats, 498 p.
- Benazzi S., Coquerelle M., Fiorenza L., Bookstein F., Katina S. et Kullmer O.** 2011a. Comparison of dental measurement systems for taxonomic assignment of first molars. *American Journal of Physical Anthropology* 144 : 342-354.
- Benazzi S., Douka K., Fornai C., Bauer C.C., Kullmer O., Svoboda J., Pap I., Mallegni F., Bayle P., Coquerelle M., Condemi S., Ronchitelli A., Harvati K. et Weber G.W.** 2011b. Early dispersal of modern humans in Europe and implications for Neanderthal behaviour. *Nature* 479 : 525-528.
- Benazzi S., Fornai C., Bayle P., Coquerelle M., Kullmer O., Mallegni F. et Weber G.W.** 2011c. Comparison of dental measurement systems for taxonomic assignment of Neanderthal and modern human lower second deciduous molars. *Journal of Human Evolution* 61 : 320-326.
- Benazzi S., Fornai C., Buti L., Toussaint M., Mallegni F., Ricci S., Gruppioni G., Weber G.W., Condemi S. et Ronchitelli A.** 2012. Cervical and crown outline analysis of worn Neanderthal and modern human lower second deciduous molars. *American Journal of Physical Anthropology* 149 : 537-546.

- Benazzi S., Grosse I.R., Gruppioni G., Weber G.W. et Kullmer O.** 2014a. Comparison of occlusal loading conditions in a lower second premolar using three-dimensional finite element analysis. *Clinical Oral Investigations* 18 : 369-375.
- Benazzi S., Kullmer O., Grosse I.R. et Weber G.W.** 2011d. Using occlusal wear information and finite element analysis to investigate stress distributions in human molars. *Journal of Anatomy* 219 : 259-272.
- Benazzi S., Nguyer H.N., Kullmer O. et Hublin J.-J.** 2013a. Unravelling the functional biomechanics of dental features and tooth wear. *PLoS One* 8 : e69990.
- Benazzi S., Nguyer H.N., Schulz D., Grosse I.R., Gruppioni G., Hublin J.-J. et Kullmer O.** 2013b. The evolutionary paradox of tooth wear: simply destruction or inevitable adaptation. *PLoS One* 8 : e62263.
- Benazzi S., Panetta D., Fornai C., Toussaint M., Gruppioni G. et Hublin J.-J.** 2014b. Technical note: guidelines for the digital computation of 2D and 3D enamel thickness in hominoid teeth. *American Journal of Physical Anthropology* 153 : 305-313.
- Benoiston A.-S., Bayle P. et Crevecoeur I.** 2016. Biological affinity of the Mesolithic and Neolithic populations from El-Barga (Sudan): the dental remains. *À paraître*.
- Bentley R.A.** 2013. Mobility and the diversity of Early Neolithic lives: isotopic evidence from skeletons. *Journal of Anthropological Archaeology* 32 : 303-312.
- Berbesque J.C., Marlowe F.W., Pawn I., Thompson P., Johnson G. et Mabulla A.** 2012. Sex differences in Hadza dental wear patterns: a preliminary report. *Human Naturalist* 23 : 270-282.
- Berger J.-F. et Guilaine J.** 2009. The 8200 cal BP abrupt environmental change and the Neolithic transition: a mediterranean perspective. *Quaternary International* 200 : 31-49.
- Bermudez de Castro J.M. et Nicolas M.E.** 1995. Posterior dental size reduction in Hominids: the Atapuerca evidence. *American Journal of Physical Anthropology* 96 : 335-356.
- Berry A.C. et Berry R.J.** 1967. Epigenetic variation in the human cranium. *Journal of Anatomy* 101 : 361-379.
- Beynon A.D. et Wood B.** 1986. Variations in enamel thickness and structure in East African hominids. *American Journal of Physical Anthropology* 70 : 177-193.
- Binder D.** 2005. Les premiers agriculteurs et pasteurs en Provence au VI^e millénaire avant J.-C. In : Delestre X. (ed). *15 ans d'archéologie en Provence-Alpes-Côte d'Azur*. Aix-en-Provence : Edisud, p. 32-45.
- Binder D., Brochier E.J., Duday H., Helmer D., Marinval P., Thiebault S. et Watzet J.** 1993. L'abri Pendimoun à Castellar (Alpes-Maritimes). Nouvelles données sur le complexe culturel de la céramique imprimée méditerranéenne dans son contexte stratigraphique. *Gallia Préhistoire* 35 : 177-251.
- Binder D. et Sénépart I.** 2010. La séquence de l'*Impresso-Cardial* de l'abri Pendimoun et l'évolution des assemblages céramiques en Provence. In : Manen C., Convertini F., Binder D. et Sénépart I. (eds). *Premières sociétés paysannes de Méditerranée occidentale : structure des productions céramiques*. Paris : Mémoire 51 de la Société Préhistorique Française, p. 149-167.
- Birch W. et Dean M.C.** 2009. Rates of enamel formation in human deciduous teeth. In : Koppe T., Meyer G. et Alt K.W. (eds). *Comparative Dental Morphology*. Basel : Karger, p. 116-120.

- Blanchard J.** 1934. Une nouvelle lampe paléolithique (Saint-Cirq-Madelon). *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 31 : 515.
- Blanchard R.** 1935. Découverte d'un squelette humain à Saint-Germain-la-Rivière. *Revue Historique et Archéologique du Libournais* 9 : 11-18.
- Blanchard R., Peyrony D. et Vallois H.-V.** 1972. Le gisement et le squelette de Saint-Germain-la-Rivière. Paris : Masson. Mémoire 34, Archives de l'Institut de Paléontologie Humaine, 115 p.
- Blockley S.P.E., Blockley S.M., Donahue R.E., Lane C.S., Lowe J.J. et Pollard A.M.** 2006. The chronology of abrupt climate change and Late Upper Palaeolithic human adaptation in Europe. *Journal of Quaternary Science* 21 : 575-584.
- Bocherens H., Billiou D. et Tresset A.** 2005. Approche biogéochimique (13C, 15N) de l'exploitation de l'environnement par les humains. In : Giligny F. (ed). *Louviers "La Villette" (Eure) : un site néolithique moyen en zone humide*. Rennes : Documents archéologiques de l'Ouest, p. 265-269.
- Bocquet-Appel J.-P. et Bar-Yosef O.** 2008. The Neolithic demographic transition and its consequences. New York : Springer, 542 p.
- Bondioli L., Bayle P., Dean M.C., Mazurier A., Puymeraill L., Ruff C.B., Stock J.T., Volpato V., Zanolli C. et Macchiarelli R.** 2010. Technical note: morphometric maps of long bone shafts and dental roots for imaging topographic thickness variation. *American Journal of Physical Anthropology* 142 : 328-334.
- Bondioli L., Corruccini R.S. et Macchiarelli R.** 1986. Familial segregation in the Iron Age community of Alfedena, Abruzzo, Italy, based on osteodental trait analysis. *American Journal of Physical Anthropology* 71 : 393-400.
- Bonsall C., Macklin M.G., Anderson D.E. et Payton R.W.** 2002. Climate changes and the adoption of agriculture in North-West Europe. *European Journal of Archaeology* 5 : 9-23.
- Bookstein F.L.** 1991. Morphometric tools for landmark data. Geometry and biology. Cambridge : Cambridge University Press, 456 p.
- Bookstein F.L.** 1996. Combining the tools of geometric morphometrics. In : Marcus F., Corti M., Loy A., Naylor G.J.P. et Slice D.E. (eds). *Advances in morphometrics*. New York : Plenum Press, p. 131-151.
- Bordes F.** 1961. Informations archéologiques : Aquitaine. *Gallia Préhistoire* 4 : 223.
- Bordes F. et de Sonneville-Bordes D.** 1979. L'Azilianisation dans la vallée de la Dordogne. Les données de la Gare de Couze (Dordogne) et de l'abri du Morin (Gironde). In : de Sonneville-Bordes D. (ed). *La fin des temps glaciaires en Europe Chronostratigraphie et écologie des cultures du Paléolithique final*. Paris : CNRS Editions, 271, 449-459.
- Boughner J.C. et Dean M.C.** 2004. Does space in the jaw influence the timing of molar crown initiation? A model using baboons (*Papio anubis*) and great apes (*Pan troglodytes*, *Pan paniscus*). *Journal of Human Evolution* 46 : 255-277.
- Boulestin B.** 1999. Approche taphonomique des restes humains. Le cas des Mésolithiques de la grotte des Perrats et le problème du cannibalisme en Préhistoire récente européenne. Oxford : Archaeopress. Publishers of British Archaeological Reports, 276 p.
- Boulestin B.** 2010. Les cannibales mésolithiques de la grotte des Perrats (Charente). In : Buisson-Catil J. et Primault J. (eds). *Préhistoire entre Vienne et Charente : hommes et sociétés du Paléolithique*. Chauvigny : Association des publications chauvinoises, p. 45-47.

- Boulestin B., Henry-Gambier D., Mallye J.-B. et Michel P.** 2013. Modifications anthropiques sur des restes humains mésolithiques et néolithiques de la grotte d'Unikoté (Iholdy, Pyrénées-Atlantiques). *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 110 : 281-297.
- Bourdier C., Pétilion J.-M., Chehmana L. et Valladas H.** 2014. Contexte archéologique des dispositifs pariétaux de Reverdit et de Cap-Blanc : nouvelles données. In : Paillet P. (ed). *Les arts de la Préhistoire : micro-analyses, mises en contextes et conservation. Actes du colloque "Micro-analyses et datations de l'art préhistorique dans son contexte archéologique (MADAPCA)*. Paris, 16-18 novembre 2011. Paléo, numéro spécial, 285-294.
- Bouvier J.-M.** 1971. Les mandibules humaines du Madgalénien français. Thèse de doctorat, Université Paris VII, 322 p.
- Brabant H. et Twiesselmann F.** 1964. Observations sur l'évolution de la denture permanente humaine en Europe occidentale. *Bulletin du Groupement International pour la Recherche Scientifique en Stomatologie et Odontologie* 7 : 11-84.
- Brace C.L.** 1962. Cultural factors in the evolution of the human dentition. In : Montagu M.F.A. (ed). *Culture and the evolution of man*. New York : Oxford University Press, p. 343-354.
- Brace C.L.** 1963. Structural reduction in evolution. *American Naturalist* 97 : 39-49.
- Brace C.L.** 1967. Environment, tooth form and size in the Pleistocene. *Journal of Dental Research* 46 : 809-816.
- Brace C.L.** 1976. Tooth reduction in the Orient. *Asian Perspectives* 19 : 203-219.
- Brace C.L.** 1979. Krapina, "classic" Neanderthals, and the evolution of the European face. *Journal of Human Evolution* 8 : 527-550.
- Brace C.L.** 1980. Australian tooth-size clines and the death of a stereotype. *Current Anthropology* 21 : 141-153.
- Brace C.L. et Mahler P.E.** 1971. Post-Pleistocene changes in the human dentition. *American Journal of Physical Anthropology* 34 : 191-203.
- Brace C.L. et Nagai M.** 1982. Japanese tooth size: past and present. *American Journal of Physical Anthropology* 59 : 399-411.
- Brace C.L., Rosenberg K.R. et Hunt K.D.** 1987. Gradual change in human tooth size in the Late Pleistocene and Post-Pleistocene. *Evolution* 41 : 705-720.
- Brace C.L., Smith S.L. et Hunt K.D.** 1991. What big teeth you had grandma! Human tooth size, past and present. In : Kelley M.A. et Larsen C.S. (eds). *Advances in Dental Anthropology*. New York : Wiley-Liss, p. 33-57.
- Braga J. et Heuzé Y.** 2007. Quantifying variation in human dental development sequences : an EVO-DEVO perspective. In : Bailey S.E. et Hublin J.-J. (eds). *Dental perspectives on human evolution : state of the art research in dental anthropology*. Berlin : Springer, p. 247-262.
- Braga J. et Hublin J.-J.** 2005. Imagerie anatomique et fonctionnelle en anthropobiologie. In : Dutour O., Hublin J.-J. et Vandermeersch B. (eds). *Objets et méthodes en paléanthropologie*. Paris : Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, p. 409-418.

- Braga J., Thackeray J.F., Subsol G., Kahn J.L., Maret D., Treil J. et Beck A.** 2010. The enamel-dentine junction in the postcanine dentition of *Australopithecus africanus*: intra-individual metameric and antimeric variation. *Journal of Anatomy* 216 : 62-79.
- Bramanti B., Thomas M.G., Haak W., Unterlaender M., Jores P., Tambets K., Antanaitis-Jacobs I., Haidle M.N., Jankauskas R., Kind C.J., Lueth F., Terberger T., Hiller J., Matsumura S., Forster P. et Burger J.** 2009. Genetic discontinuity between local hunter-gatherers and central Europe's first farmers. *Science* 326 : 137-140.
- Brandt G., Szecsenyi-Nagy A., Roth C., Alt K.W. et Haak W.** 2015. Human paleogenetics of Europe - The known knowns and the known unknowns. *Journal of Human Evolution* 79 : 73-92.
- Bräuer G.** 1988. Osteometrie. In : Knußmann R., Schwidetzky I., Jürgens H.W. et Ziegelmayer G. (eds). *Anthropologie Handbuch der vergleichenden Biologie des Menschen*. New York : Gustav Fischer Verlag Stuttgart, p. 160-232.
- Bresson F.** 2000. Le squelette du Roc-de-Cave (Saint-Cirq-Madelon, Lot). *Paleo* 12 : 29-59.
- Brewster C., Meiklejohn C., von Cramon-Taubadel N. et Pinhasi R.** 2014. Craniometric analysis of European Upper Palaeolithic and Mesolithic samples supports discontinuity at the Last Glacial Maximum. *Nature Communications* 5 : 1-10.
- Bronk Ramsey C. et Lee S.** 2013. Recent and planned developments of the program OxCal. *Radiocarbon* 55 : 720-730.
- Brook A.H.** 2009. Multilevel complex interactions between genetic, epigenetic and environmental factors in the aetiology of anomalies of dental development. *Archives of Oral Biology* 54 : S3-S17.
- Brook A.H., Griffin R.C., Townsend G., Levisianos Y., Russell J. et Smith R.N.** 2009. Variability and patterning in permanent tooth size of four human ethnic groups. *Archives of Oral Biology* 54 : S79-S85.
- Brose D.S. et Wolpoff M.H.** 1971. Early Upper Paleolithic man and late Middle Paleolithic tools. *American Anthropologist* 73 : 1156-1194.
- Brown P.** 1987. Pleistocene homogeneity and Holocene size reduction: the Australian human skeletal evidence. *Archaeology in Oceania* 22 : 41-67.
- Brown T.** 1978. Tooth emergence in Australian aboriginals. *Annals of Human Biology* 5 : 41-54.
- Brun V.** 1867. Abris et cavernes de Bruniquel. Fouilles paléontologiques de l'âge de pierre. *Recueil de l'Académie de Montauban* 1 : 329-353.
- Bruzek J.** 2002. A method for visual determination of sex, using the human hip bone. *American Journal of Physical Anthropology* 117 : 157-168.
- Bruzek J., Schmitt A. et Murail P.** 2005. Identification biologique et individuelle en paléanthropologie. Détermination du sexe et de l'âge au décès à partir du squelette. In : Dutour O., Hublin J.-J. et Vandermeersch B. (eds). *Objets et méthodes en paléanthropologie*. Paris : Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, p. 217-246.
- Bruzek J., Vandermeersch B. et Garralda M.D.** 2003. Changements biologiques et culturels en Europe de la fin du Paléolithique moyen au Néolithique. Bordeaux : Laboratoire d'Anthropologie des Populations du Passé (UMR5809) - Université de Bordeaux, 227 p.

- Burnett S.E., Irish J.D. et Fong M.R.** 2013. Wear's the problem? Examining the effect of dental wear on studies of crown morphology. In : Scott G.R. et Irish J.D. (eds). *Anthropological perspectives on tooth morphology: genetics, evolution, variation*. Cambridge : Cambridge University Press, p. 535-554.
- Butler P.M.** 1956. The ontogeny of molar pattern. *Biological Reviews* 31 : 30-69.
- Butler P.M.** 1999. The relation of cusp development and calcification to growth. In : Mayhall J.T. et Heikkinen T. (eds). *Proceedings of the 11th International Symposium on Dental Morphology*. Oulu, Finland, 1998. Oulu University Press, 26-32.
- Caillard P.** 1975. Étude dento-maxillaire de populations bretonnes mésolithiques. Thèse pour le Doctorat en Sciences odontologiques, Université Pierre et Marie Curie, 217 p.
- Caillard P.** 1976. L'habitat nécropole de Téviec et les sépultures d'Hoëdic. Étude comparative de certaines dimensions dentaires et crâniennes. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* 3 : 363-382.
- Calcagno J.M.** 1986. Dental reduction in Post-Pleistocene Nubia. *American Journal of Physical Anthropology* 70 : 349-363.
- Calcagno J.M. et Gibson K.R.** 1987. The improbable "probable mutation effect". *American Journal of Physical Anthropology* 72 : 185.
- Calcagno J.M. et Gibson K.R.** 1988a. Forty-thousand years of tooth size reduction: evidence, mechanisms, and controversy. *American Journal of Physical Anthropology* 75 : 193.
- Calcagno J.M. et Gibson K.R.** 1988b. Human dental reduction: natural selection or probable mutation effect. *American Journal of Physical Anthropology* 77 : 505-517.
- Calcagno J.M. et Gibson K.R.** 1991. Selective compromise: evolutionary trends and mechanisms in hominid tooth size. In : Kelley M.A. et Larsen C.S. (eds). *Advances in Dental Anthropology*. New York : Wiley-Liss, p. 59-76.
- Capitan L. et Peyrony D.** 1912. Trois nouveaux squelettes humains d'Hommes fossiles. *Comptes Rendus de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, 56e année 6 : 439-442.
- Capitan L. et Peyrony D.** 1928. La Madeleine : son gisement, son industrie, ses oeuvres d'art. Paris : Librairie Emile Nourry, 125 p.
- Carter K., Worthington S. et Smith T.M.** 2014. News and views: non-metric dental traits and hominin phylogeny. *Journal of Human Evolution* 69 : 123-128.
- Célérier G.** 1998. L'abri sous roche de Pont d'Ambon à Bourdeilles (Dordogne, France). Perspectives synthétiques. *Paleo* 10 : 233-264.
- Célérier G., Chollet A. et Hantaï A.** 1997. Nouvelles observations sur l'évolution de l'Azilien dans les gisements de Bois-Ragot (Vienne) et de Pont-d'Ambon (Dordogne). *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 94 : 331-336.
- Chadelle J.-P. et Henry-Gambier D.** 2015. L'abri du squelette à Laugerie-Haute (Les Eyzies-de-Tayac) : un ensemble sépulcral mésolithique. In : Averbough A., Cleyet-Merle J.-J. et Bonnet-Jacquement P. (eds). *Les sociétés de la transition du Paléolithique final au début du Mésolithique dans l'espace nord aquitain*. Les Eyzies-de-Tayac. Musée national de Préhistoire, 16.
- Chalard P.** 1992. L'abri de Peyrazet. Commune de Creysse (Lot). Rapport de sondage, SRA Midi-Pyrénées, 15 p.

- Champagne F., Champagne C., Jauzon P. et Novel P.** 1990. Le site préhistorique des Fieux à Miers (Lot). *Gallia Préhistoire* 32 : 1-28.
- Champagne F. et Espitalié R.** 1972. Note sur une datation du Sauveterrien de la grotte des Fieux, à Miers (Lot). *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 69 : 55-58.
- Chancerel A., Courtaud P., Bessou M., Ferrier C., Pelegrin J., Plisson H., Chancerel G., Servelle C. et Ganne A.** 2011. La grotte Mykolas. Commune du Bugue (Dordogne). Rapport de fouille programmée annuelle. 5e année de recherches., 57 p.
- Chancerel A., Courtaud P. et M'Trengoueni M.** 2007. La grotte du Piale (dite Mykolas). Commune du Bugue (Dordogne). Rapport de fouille programmée, 24 au 31 mai 2007. 27 p.
- Charles C., Lazzari V., Tafforeau P., Schimmang T., Tekin M., Klein O. et Viriot L.** 2009. Modulation of Fgf3 dosage in mouse and men mirrors evolution of mammalian dentition. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 106 : 22364-22368.
- Cheyrier A.** 1964. Les fouilles de Peyrat, campagne de 1964. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 61 : 169-170.
- Chollet A. et Dujardin V.** 2005. La grotte du Bois-Ragot à Gouex (Vienne) : Magdalénien et Azilien. Essais sur les hommes et leur environnement. Paris : Mémoire 38 de la Société Préhistorique Française, 423 p.
- Chollet A., Reigner M. et Boutin P.** 1974. La grotte du Bois-Ragot à Gouex (Vienne) : note préliminaire. *Gallia Préhistoire* 17 : 285-291.
- Christiansen A.F.** 1998. Odontometric microevolution in the Valley of Oaxaca, Mexico. *Journal of Human Evolution* 34 : 333-360.
- Clarke D.L.** 1976. Mesolithic Europe: the economic basis. In : Sieveking G.d.G., Longworth I.H. et Wilson K.E. (eds). *Problems in Economic and Social Archaeology* London : Duckworth, p. 448-481.
- Clément G. et Geffard-Kuriyama D.** 2010. Imaging and 3D in palaeontology and palaeoanthropology. *Comptes Rendus Palevol* 9 : 259-264.
- Cleyet-Merle J.-J.** 1988. Le gisement magdalénien du Peyrat à Saint-Rabier (Dordogne) d'après les fouilles Cheyrier, 1958-1967. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 85 : 332-351.
- Cochard D.** 2004. Les Léporidés dans la subsistance des Paléolithiques du Sud de la France. Thèse de Doctorat, Université de Bordeaux 1, 346 p.
- Coleman M.N. et Colbert M.W.** 2007. Technical note: CT thresholding protocols for taking measurements on three-dimensional models. *American Journal of Physical Anthropology* 133 : 723-725.
- Combiér J. et Genet-Varcin E.** 1959. L'homme mésolithique du Culoz et son gisement. *Annales de Paléontologie* 45 : 143-174.
- Constandse-Westermann T.S., Meiklejohn C. et Newell R.R.** 1982. A reconsideration of the mesolithic skeleton from Rastel, commune de Peillon, Alpes-Maritimes, France. *Bulletin du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco* 26 : 75-89.
- Constantino P.J., Lucas P.W., Lee J.J. et Lawn B.R.** 2009. The influence of fallback foods on great ape tooth enamel. *American Journal of Physical Anthropology* 140 : 653-660.

- Coppa A., Cucina A., Lucci M., Mancinelli D. et Vargiu R.** 2007. Origins and spread of agriculture in Italy: a nonmetric dental analysis. *American Journal of Physical Anthropology* 133 : 918-930.
- Coquerelle M., Bookstein F.L., Braga J., Halazonetis D.J., Weber G.W. et Mitteroecker P.** 2011. Sexual dimorphism of the human mandible and its association with dental development. *American Journal of Physical Anthropology* 145 : 192-202.
- Corruccini R.S., Sharma K. et Potter R.H.** 1986. Comparative genetic variance and heritability of dental occlusal variable in U.S. and northwest indian twins. *American Journal of Physical Anthropology* 70 : 293-299.
- Costamagno S., Cochard D., Ferrié J.-G., Laroulandie V., Cazals N., Langlais M., Valdeyron N., Dachary M., Barbaza M., Galop D., Martin H. et Philibert S.** 2008. Nouveaux milieux, nouveaux gibiers, nouveaux chasseurs ? Évolution des pratiques cynégétiques dans les Pyrénées du Tardiglaciaire au début du Postglaciaire. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 105 : 17-27.
- Coste A., Duday H., Gutherz X. et Roudil J.-L.** 1987. Les sépultures de la Baume Bourbon à Cabrières (Gard). In : Guilaine J., Courtin J., Roudil J.-L. et Vernet J.-L. (eds). *Premières communautés paysannes en Méditerranée occidentale*. Actes du Colloque International du CNRS, Montpellier, 26-29 avril 1983. CNRS Editions, 531-535.
- Courtaud P. et Duday H.** 1995. Découverte d'une nécropole mésolithique à La Vergne (Charente-Maritime). *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* 7 : 181-184.
- Courtaud P. et Duday H.** 2011. Les sépultures plurielles au Mésolithique. L'exemple de la nécropole de La Vergne (Charente-Maritime). In : Castex D., Courtaud P., Duday H., Le Mort F. et Tillier A.-m. (eds). *Le regroupement des morts. Genèse et diversité archéologique*. Bordeaux : Publications de la Maison des Sciences de l'Homme d'Aquitaine, p. 71-81.
- Courtaud P., Duday H., Martin H. et Robin K.** 1995. La nécropole mésolithique de La Vergne (Charente-Maritime, France). In : Bintz P. et Thévenin A. (eds). *L'Europe des derniers chasseurs : Épipaléolithique et Mésolithique*. Grenoble : Actes du 5e colloque international UISPP, 287-292.
- Cousté R.** 1959. Le Paléolithique dans la basse vallée de la Dordogne. *Congrès annuel de l'association des Amis et Naturalistes de la vallée de la Vézère, Le Bugue, 23 août 1959* : p. 12.
- Crevecoeur I., Bayle P., Rougier H., Maureille B., Higham T., van der Plicht J., De Clerck N. et Semal P.** 2010. The Spy VI child: a newly discovered Neandertal infant. *Journal of Human Evolution* 59 : 641-656.
- Crevecoeur I., Skinner M.M., Bailey S.E., Gunz P., Bortoluzzi S., Brooks A.S., Burlet C., Cornelissen E., De Clerck N., Maureille B., Semal P., Vanbrabant Y. et Wood B.** 2014. First early hominin from Central Africa (Ishango, Democratic Republic of Congo). *PLoS One* 9 : e84652.
- Crombé P., De Smedt P., Davies N.S., Gelorini V., Zwertvaegher A., Langohr R., Van Damme D., Demiddele H., Van Strydonck M., Antrop M., Bourgeois J., De Maeyer P., De Reu J., Finke P.A., Van Meirvenne M. et Verniers J.** 2013. Hunter-gatherer responses to the changing environment of the Moervaart palaeolake (Nw Belgium) during the Late Glacial and Early Holocene. *Quaternary International* 308-309 : 162-177.

- Crombé P., Sergant J., Robinson E. et De Reu J.** 2011. Hunter-gatherer responses to environmental change during the Pleistocene-Holocene transition in the southern North Sea basin: Final Palaeolithic-Final Mesolithic land use in northwest Belgium. *Journal of Anthropological Archaeology* 30 : 454-471.
- Crubezy É. et Sellier P.** 1990a. Caractères discrets et « recrutement » des ensembles sépulcraux. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* 2 : 171-177.
- Crubezy É. et Sellier P.** 1990b. Liens de parenté et populations inhumées. *Les nouvelles de l'archéologie* 40 : 35-37.
- Crubezy É., Telmon N., Sevin A., Picard J., Rougé D., Larrouy G., Braga J., Ludes B. et Murail P.** 1999. Microévolution d'une population historique. Étude des caractères discrets de la population de Missiminia (Soudan, IIIe-VIe siècle). *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* 11 : 1-213.
- Cummings V., Jordan P. et Zvelebil M.** 2014. The Oxford Handbook of the archaeology and anthropology of hunter-gatherers. Oxford : Oxford University Press, 1330 p.
- d'Incau E.** 2012. Hypercémentose : définition, classification et fréquence. Apport des résultats à la lignée néandertalienne. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux, 449 p.
- d'Incau E., Couture C. et Maureille B.** 2012. Human tooth wear in the past and the present: tribological mechanisms, scoring systems, dental and skeletal compensations. *Archives of Oral Biology* 57 : 214-229.
- Dahlberg A.A. et Carbonell V.M.** 1961. The dentition of the Magdalenian female from Cap Blanc, France. *Man* 61 : 49.
- Dahlberg A.A.** 1960. Dentition of the first agriculturalists (Jarmo, Iraq). *American Journal of Physical Anthropology* 18 : 243-256.
- Dahlberg A.A.** 1963. Dental evolution and culture. *Human Biology* 35 : 237-249.
- Dawson H. et Brown K.R.** 2013. Exploring the relationship between dental wear and status in late medieval subadults from England. *American Journal of Physical Anthropology* 150 : 433-441.
- de Sonneville-Bordes D.** 1960. Le Paléolithique supérieur en Périgord. Bordeaux : Delmas, 558 p.
- Dean M.C.** 1987. Growth layers and incremental markings in hard tissues: a review of the literature and some preliminary observations about enamel structure in *Paranthropus boisei*. *Journal of Human Evolution* 16 : 157-172.
- Dean M.C.** 2006. Tooth microstructure tracks the pace of human life-history evolution. *Proceedings of The Royal Society B: Biological sciences* 273 : 2799-2808.
- Dean M.C.** 2007. Growing up slowly 160,000 years ago. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104 : 6093-6094.
- Dean M.C.** 2010. Retrieving chronological age from dental remains of early fossil hominins to reconstruct human growth in the past. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological sciences* 365 : 3397-3410.
- Dean M.C. et Cole T.** 2014. The timing of our tooth growth is an evolutionary relic. *Significance* 11 : 19-23.
- Dean M.C. et Elamin F.** 2014. Parturition lines in modern human wisdom tooth roots: do they exist, can they be characterized and are they useful for retrospective determination of age at first reproduction and/or inter-birth intervals? *Annals of Human Biology* 41 : 358-367.

- Dean M.C., Leakey M.G., Reid D., Schrenk F., Schwartz G.T., Stringer C. et Walker A.** 2001. Growth processes in teeth distinguish modern humans from *Homo erectus* and earlier hominins. *Nature* 414 : 628-631.
- Dean M.C., Liversidge H.M. et Elamin F.** 2014. Combining radiographic and histological data for dental development to compare growth in the past and the present. *Annals of Human Biology* 41 : 336-347.
- Dean M.C. et Wood B.A.** 2003. A digital radiographic atlas of great apes skull and dentition. Milan : ADS Solutions. CD-ROM.
- Deffarge R.** 1956. Le gisement du Morin à Pessac-sur-Dordogne. *Revue Historique et Archéologique du Libournais* 26 : 68-69.
- Deguilloux M.-F., Leahy R., Pemonge M.-H. et Rottier S.** 2012. European neolithization and ancient DNA: an assessment. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews* 21 : 24-37.
- Delage C.** 2011. Le site préhistorique de La Piscine. Montmorillon (Vienne). Volume 1 : historique des recherches (1966-1982). Montmorillon : Les éditions du musée de Montmorillon, 25 p.
- Delage C.** 2012. Montmorillon. Le site préhistorique de la Piscine. *Le Picton* 212 : 1-5.
- Delgado-Burbano M.E.** 2007a. Population affinities of African Colombians to Sub-Saharan Africans based on dental morphology. *HOMO - Journal of Comparative Human Biology* 58 : 329-356.
- Delgado-Burbano M.E.** 2007b. Variacion dental no-métrica y el trafico de esclavos por el atlantico : la ascendencia biologica y los origenes geograficos de una poblacion afro-colombiana. *Revista Española de Antropología Física* 27 : 13-32.
- Delgado-Burbano M.E.** 2008. Deciduous dental morphological diversity in contemporary Colombian ethnic groups. *Dental Anthropology* 21 : 33-45.
- Delgado-Burbano M.E.** 2012. Dental and craniofacial diversity in the northern Andes, and the early peopling of South America. In : Miotti L., Salemme M., Flegenheimer N. et Goebel T. (eds). *Southbound Late Pleistocene peopling of Latin America*, p. 33-38.
- Delgado-Burbano M.E., Scott G.R. et Turner C.G.** 2010. The Uto-Aztecan premolar among North and South Amerindians: geographic variation and genetics. *American Journal of Physical Anthropology* 143 : 570-578.
- Delhon C., Thiébaud S., Brochier J.-L. et Berger J.-F.** 2010. Dynamiques de végétation au Tardiglaciaire et à l'Holocène ancien en moyenne vallée du Rhône d'après les données anthracologiques. *Quaternaire* 21 : 281-293.
- Delpech F., Donard E., Gilbert A.G., Jean-Luc, Le Gall O., Jacquin A.-M., Pacquereau M.-M., Prat F. et Tourpiche J.-F.** 1983. Contribution à la lecture des paléoclimats quaternaires d'après les données de la paléontologie en milieu continental. Quelques exemples de flore et de faune d'Ongulés pris dans le Pléistocène supérieur. *Cahier du Quaternaire* 34 : 165-177.
- deMenocal P.B.** 2001. Cultural responses to climate change during the late Holocene. *Science* 292 : 667-673.
- Demirjian A., Goldstein H. et Tanner J.M.** 1973. A new system of dental age assessment. *Human Biology* 45 : 211-227.
- Demoule J.-P.** 2009. La révolution néolithique dans le monde. Paris : CNRS Editions, 488 p.

- Dempsey P.J. et Townsend G.** 2001. Genetic and environmental contributions to variation in human tooth size. *Heredity* 86 : 685-693.
- Desideri J.** 2003. Les traits non métriques dentaires sont-ils de bons indicateurs des distances biologiques entre les populations ? In : Besse M., Stahl G., Laurence I. et Curdy P. (eds). *Constellation Hommage à Alain Gallay*. Lausanne : Cahiers d'archéologie romande, p. 447-462.
- Desideri J.** 2007. L'Europe du 3e millénaire avant notre ère et la question du Campaniforme : histoire des peuplements par l'étude des traits non métriques dentaires. Thèse de doctorat, Université de Genève, 262 p.
- Desrut G.** 1939. Découverte d'une grotte et d'un squelette magdalénien au Cheix, près de Besse-en-Chandesse. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 36 : 132-142.
- Deter C.A.** 2009. Gradients of occlusal wear in hunter-gatherers and agriculturalists. *American Journal of Physical Anthropology* 138 : 247-254.
- Dobzhansky T.** 1973. Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. *The American Biology Teacher* 35 : 125-129.
- Drucker D.** 2001. Validation méthodologique de l'analyse isotopique d'ossements fossiles et apports aux reconstitutions paléoécologiques du Paléolithique supérieur du sud-ouest de la France. Thèse de doctorat, Université Paris 6, 222 p.
- Drucker D.G. et Henry-Gambier D.** 2005. Determination of the dietary habits of a Magdalenian woman from Saint-Germain-la-Rivière in southwestern France using stable isotopes. *Journal of Human Evolution* 49 : 19-35.
- Drucker D.G., Henry-Gambier D. et Lenoir M.** 2005. Alimentation humaine au cours du Magdalénien en Gironde d'après les teneurs en isotopes stables (¹³C, ¹⁵N) du collagène. *Paleo* 17 : 1-19.
- Drucker D.G., Henry-Gambier D. et Lenoir M.** 2008. Nouvelles données chronologiques sur l'enfant de la grotte de Fauroux. *Paleo* 20 : 273-275.
- Dubois J.-P., Duday H. et Villes A.** 1986. Auneau (Eure-et-Loir), « Le parc du château ». *Revue Archéologique du Centre de la France* 25 : 102-103.
- Duday H. et Courtaud P.** 1998. La nécropole mésolithique de La Vergne (Charente-Maritime). In : Guilaine J. (ed). *Sépultures d'Occident et genèses des mégalithismes (9000-3500 avant notre ère)*. Paris : Errance, p. 27-37.
- Duday H., Courtaud P., Robin K., Dujardin V., Gruet Y., Gouraud G., Martin H. et San Juan-Foucher C.** 1998. La Vergne, La Grande Pièce. (Déviation de Saint-Jean-d'Angély, Charente-Maritime). *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 95 : 433-434.
- Dujardin V.** 2010. Le Bois-Ragot à Gouex (Vienne). Un site magdalénien final et azilien. In : Buisson-Catil J. et Primault J. (eds). *Préhistoire entre Vienne et Charente : hommes et sociétés du Paléolithique*. Chauvigny : Association des publications chauvinoises, p. 299-311.
- Dujardin V. et Oberlin C.** 2005. Datations sur os du Bois-Ragot. In : Chollet A. et Dujardin V. (eds). *La grotte du Bois-Ragot à Gouex (Vienne) : Magdalénien et Azilien Essais sur les hommes et leur environnement*. Paris : Mémoire 38 de la Société Préhistorique Française, p. 401-404.
- Dumont E.R.** 1995. Enamel thickness and dietary adaptation among extant primates and chiropterans. *Journal of Mammalogy* 76 : 1127-1136.

- Dupont C., Tresset A., Desse-Berset N., Gruet Y., Marchand G. et Schulting R.J.** 2009. Harvesting the seashores in the late Mesolithic of northwestern Europe: a view from Brittany. *Journal of World Prehistory* 22 : 93-111.
- Eguchi S., Townsend G.C., Richards L.C., Hughes T. et Kasai K.** 2004. Genetic contribution to dental arch size variation in Australian twins. *Archives of Oral Biology* 49 : 1015-1024.
- El Zaatari S., Grine F.E., Ungar P.S. et Hublin J.-J.** 2011. Ecogeographic variation in Neandertal dietary habits: evidence from occlusal molar microwear texture analysis. *Journal of Human Evolution* 61 : 411-424.
- El Zaatari S. et Hublin J.-J.** 2014. Diet of upper paleolithic modern humans: Evidence from microwear texture analysis. *American Journal of Physical Anthropology* 153 : 570-581.
- Emes Y., Aybar B. et Yalcin S.** 2011. On the evolution of human jaws and teeth: a review. *Bulletin of the International Association for Paleodontology* 2011 : 37-47.
- Eng C.M., Lieberman D.E., Zink K.D. et Peters M.A.** 2013. Bite force and occlusal stress production in hominin evolution. *American Journal of Physical Anthropology* 151 : 544-557.
- Escalon de Fonton M.** 1961. Chronique de la circonscription de Montpellier. *Gallia Préhistoire* 4 : 275-300.
- Escalon de Fonton M.** 1966. Du Paléolithique supérieur au Mésolithique dans le Midi méditerranéen. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 63 : 66-180.
- Esclassan R., Grimoud A.M., Ruas M.P., Donat R., Sevin A., Astie F., Lucas S. et Crubezy E.** 2009. Dental caries, tooth wear and diet in an adult medieval (12th-14th century) population from mediterranean France. *Archives of Oral Biology* 54 : 287-297.
- Eveleth P.B. et Tanner J.M.** 1990. Worldwide variation in human growth. Cambridge : Cambridge University Press, 397 p.
- Evin J.M., G. et Pachiardi C.** 1979. Lyon natural radiocarbon measurements VIII. *Radiocarbon* 21 : 439.
- Fagnard J.-P., Thévenin A., Ducrocq T., Souffi B. et Coudret P.** 2008. Le début du Mésolithique en Europe du Nord-Ouest. Actes de la table ronde d'Amiens, 9-10 octobre 2004 : Mémoire 45 de la Société préhistorique française, 245 p.
- Feeney R.N.** 2009. Microtomographic analysis of sexual dimorphism and dental tissue distribution in human molars. PhD dissertation, Ohio State University, 300 p.
- Feeney R.N. et Olejniczak A.** 2007. Quantification of inter-observer error in 3D dental tissue measurements. *American Journal of Physical Anthropology* 132 : 107.
- Feeney R.N., Olejniczak A. et Hublin J.-J.** 2010a. Three-dimensional microtomographic analysis of sexual dimorphism in human molar-crown tissues. *American Journal of Physical Anthropology* S50 : 103.
- Feeney R.N.M., Zermeno J.P., Reid D.J., Nakashima S., Sano H., Bahar A., Hublin J.-J. et Smith T.M.** 2010b. Enamel thickness in Asian human canines and premolars. *Anthropological Science* 118 : 191-198.
- Ferembach D.** 1974a. Le squelette épicastelnovien de la Baume de Montclus (Gard). *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* 1 : 109-127.
- Ferembach D.** 1974b. Le squelette humain Azilien de Rochereil (Dordogne). *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* 1 : 271-291.

- Fiorenza L., Benazzi S., Henry A.G., Salazar-Garcia D.C., Blasco R., Picin A., Wroe S. et Kullmer O.** 2015. To meat or not to meat? New perspectives on Neanderthal ecology. *American Journal of Physical Anthropology* 156 : 43-71.
- Fiorenza L., Benazzi S., Tausch J., Kullmer O., Bromage T.G. et Schrenk F.** 2011. Molar macrowear reveals Neanderthal eco-geographic dietary variation. *PLoS One* 6 : e14769.
- Fitzgerald C.M. et Hillson S.** 2008. Dental reduction in late Pleistocene and early Holocene hominids: alternative approaches to assessing tooth size. In : Irish J.D. et Nelson G.C. (eds). *Technique and application in dental anthropology*. Cambridge : Cambridge University Press, p. 364-388.
- Fléchiér J.P., Lefèvre J. et Verdène J.** 1976. Mensurations dentaires des Hommes du Paléolithique supérieur français. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* 3 : 383-400.
- Fléchiér J.P. et Verdène J.** 1974. Quelques considérations sur la denture des Mésolithiques français. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* 1 : 237-269.
- Formicola V.** 1987. Neolithic transition and dental changes: the case of an Italian site. *Journal of Human Evolution* 16 : 231-239.
- Formicola V. et Giannecchini M.** 1998. Evolutionary trends of stature in Upper Paleolithic and Mesolithic Europe. *Journal of Human Evolution* 36 : 319-333.
- Fornai C., Benazzi S., Svoboda J., Pap I., Harvati K. et Weber G.W.** 2014. Enamel thickness variation of deciduous first and second upper molars in modern humans and Neanderthals. *Journal of Human Evolution* 76 : 83-91.
- Forshaw R.** 2014. Dental indicators of ancient dietary patterns: dental analysis in archaeology. *British Dental Journal* 216 : 529-535.
- Fruyer D.W.** 1977. Metric dental change in the European Upper Paleolithic and Mesolithic. *American Journal of Physical Anthropology* 46 : 109-120.
- Fruyer D.W.** 1978. Evolution of the dentition in Upper Paleolithic and Mesolithic Europe. Lawrence : University of Kansas, 201 p.
- Fruyer D.W.** 1984. Biological and cultural changes in European Late Pleistocene and Early Holocene. In : Smith F.H. et Spencer F. (eds). *The origins of modern humans. A world survey of the fossil evidence*. New York : Alan R. Liss, p. 211-250.
- Gaillard J., Taborin Y. et Gomez de Soto J.** 1984. La tombe néolithique de Germignac. *Gallia Préhistoire* 27 : 97-119.
- Gambier D.** 1990. Pratiques funéraires au Paléolithique supérieur en France : les sépultures primaires. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* 2 : 19-28.
- Gambier D.** 1992a. Les populations magdaléniennes en France. In. *Le peuplement magdalénien. Paléogéographie physique et humaine, Colloque de Chancelade, 10-15 octobre 1988*. Paris : Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, p. 41-51.
- Gambier D.** 1992b. Vestiges humains du Paléolithique supérieur. Inventaire et description préliminaire de spécimens inédits des collections du Musée national de Préhistoire (Les Eyzies-de-Tayac). *Paleo* 4 : 91-100.
- Gambier D.** 1994. Annexes I. Les vestiges humains. *Gallia Préhistoire* 36 : 108-112.
- Gambier D., Bruzek J., Schmitt A., Houët F. et Murail P.** 2006. Révision du sexe et de l'âge au décès des fossiles de Cro-Magnon (Dordogne, France) à partir de l'os coxal. *Comptes Rendus Palevol* 5 : 735-741.

- Gambier D. et Houët F.** 1993. Hominid remains, an update. France, Upper Palaeolithic. Bruxelles : Anthropologie et Préhistoire, 6, 119 p.
- Gambier D. et Lenoir M.** 1991. Les vestiges humains du Paléolithique supérieur en Gironde. *Bulletin de la Société d'Anthropologie du Sud-Ouest XXVI* : 1-31.
- Gambier D., Valladas H., Tisnérat-Laborde N., Arnold M. et Bresson F.** 2000. Datation de vestiges humains présumés du Paléolithique supérieur par la méthode du Carbone 14 en spectrométrie de masse par accélérateur. *Paleo* 12 : 201-212.
- Garn S.M., Lewis A.B. et Bonné B.** 1962. Third molar formation and its development course. *The Angle Orthodontist* 32 : 270-279.
- Garn S.M., Lewis A.B. et Kerewsky R.S.** 1965a. Genetic, nutritional and maturational correlates of dental development. *Journal of Dental Research* 44 : 228-242.
- Garn S.M., Lewis A.B. et Kerewsky R.S.** 1966a. Sexual dimorphism in the buccolingual tooth diameter. *Journal of Dental Research* 45 : 1819.
- Garn S.M., Lewis A.B., Kerewsky R.S. et Dahlberg A.A.** 1966b. Genetic independence of Carabelli's trait from tooth size or crown morphology. *Archives of Oral Biology* 11 : 745-747.
- Garn S.M., Lewis A.B., Kerewsky R.S. et Jegart K.** 1965b. Sex differences in intraindividual tooth-size communalities. *Journal of Dental Research* 44 : 476-479.
- Garn S.M., Lewis A.B., Swindler D.R. et Kerewsky R.S.** 1967. Genetic control of sexual dimorphism in tooth size. *Journal of Dental Research* 46 : 963-972.
- Garn S.M., Lewis A.B. et Walenga A.J.** 1969. Crown-size profile patterns and presumed evolutionary "trends". *American Anthropologist* 71 : 79-84.
- Garn S.M., Osborne R.H., Alvesalo L. et Horowitz S.L.** 1980. Maternal and gestational influence on deciduous and permanent tooth size. *Journal of Dental Research* 42 : 142-143.
- Gemmerich Pfister I.G.** 1999. Création d'une collection anthropologique de référence et application des caractères discrets dans le cas de généalogies connues. Thèse de doctorat, Université de Genève, 143 p.
- Genet-Varcin E. et Miquel M.** 1967. Contribution à l'étude du squelette Magdalénien de l'abri Lafaye, à Bruniquel. *L'Anthropologie* 71 : 467-478.
- Genet-Varcin E., Vilain R. et Miquel M.** 1963. Une seconde sépulture mésolithique à Culoz (Ain). *Annales de Paléontologie* 49 : 305-324.
- Gibson K.R. et Calcagno J.M.** 1989. A critique of the "Increasing Population Density Effect". *Human Evolution* 4 : 515-523.
- Gomez de Soto J. et Boulestin B.** 1996. La grotte des Perrats à Agris (Charente) : 1981-1994, étude préliminaire. Chauvigny : Association des publications chauvinoises, Dossier du Pays Chauvinois 4, 139 p.
- Goude G.** 2007. Étude des modes de subsistance de populations néolithiques (VIe-IVe millénaires av. J.-C.) dans le nord-ouest de la Méditerranée. Approche par l'utilisation des isotopes stables ($\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$) du collagène. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux 1, 416 p.
- Goude G., Binder D. et Del Lucchese A.** 2014. Alimentation et modes de vie néolithiques en Ligurie. In : Bernabo Brea M., Maggi R. et Manfredini A. (eds). *Il pieno Neolitico in Italia (8-10 juin 2009 Finale Ligure)*. Istituto di Studi Liguri, 371-382.

- Grainger R.M., Paynter K.J. et Shaw J.H.** 1959. Differences in the morphology and size of the teeth of a caries susceptible and a caries-resistant strain of rats. *Journal of Dental Research* 38 : 105-120.
- Greene D.L.** 1970. Environmental influences on Pleistocene hominid dental evolution. *BioScience* 20 : 276-279.
- Greene D.L., Ewing G.H. et Armelagos G.J.** 1967. Dentition of Mesolithic population from Wadi Halfa, Sudan. *American Journal of Physical Anthropology* 27 : 41-56.
- Grine F.E.** 2002. Scaling of tooth enamel thickness, and molar crown size reduction in modern humans. *South African Journal of Science* 98 : 503-509.
- Grine F.E.** 2005. Enamel thickness of deciduous and permanent molars in modern *Homo sapiens*. *American Journal of Physical Anthropology* 126 : 14-31.
- Guatelli-Steinberg D.** 2009. Recent studies of dental development in Neandertals: implications for Neandertal life histories. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews* 18 : 9-20.
- Guatelli-Steinberg D., Floyd B.A., Dean M.C. et Reid D.J.** 2012. Enamel extension rate patterns in modern human teeth: two approaches designed to establish an integrated comparative context for fossil primates. *Journal of Human Evolution* 63 : 475-486.
- Guatelli-Steinberg D., Hunter J.P., Durner R.M., Moormann S. et Weston T.C.B., Tracy K.** 2013. Teeth, morphogenesis, and levels of variation in the human Carabelli trait. In : Scott G.R. et Irish J.D. (eds). *Anthropological perspectives on tooth morphology: genetics, evolution, variation*. Cambridge : Cambridge University Press, p. 69-91.
- Guatelli-Steinberg D., Reid D.J. et Bishop T.A.** 2007. Did the lateral enamel of Neandertal anterior teeth grow differently from that of modern humans? *Journal of Human Evolution* 52 : 72-84.
- Guatelli-Steinberg D., Sciulli P.W. et Betsinger T.K.** 2008. Dental crown size and sex hormone concentrations: another look at the development of sexual dimorphism. *American Journal of Physical Anthropology* 137 : 324-333.
- Guerret M.** 1953. Les squelettes magdaléniens du Musée de Montauban. *Bulletin Archéologique du Comité des Travaux historiques et scientifiques* : 151-169.
- Guilaine J.** 2006. Populations néolithiques et environnements. Paris : Errance, 295 p.
- Guillien Y.** 1968. Informations archéologiques : Poitou-Charentes. *Gallia Préhistoire* 11 : 311-335.
- Guillien Y.** 1970. Informations archéologiques : Poitou-Charentes. *Gallia Préhistoire* 13 : 378.
- Guillien Y.** 1972. Informations archéologiques : Poitou-Charentes. *Gallia Préhistoire* 15 : 391-393.
- Gunnell G. et Miller E.** 2001. Origin of anthropoidea: dental evidence and recognition of early anthropoids in the fossil record, with comments on the Asian anthropoid radiation. *American Journal of Physical Anthropology* 114 : 177-191.
- Gunz P. et Mitteroecker P.** 2013. Semilandmarks: a method for quantifying curves and surfaces. *Hystrix* 24 : 103-109.
- Gunz P., Mitteroecker P. et Bookstein F.** 2005. Semilandmarks in three dimensions. In : Slice D.E. (ed). *Modern morphometrics in physical anthropology*. New York : Kluwer Academic/Plenum, p. 73-98.

- Guy F., Gouvard F., Boistel R., Euriat A. et Lazzari V.** 2013. Prospective in (primate) dental analysis through tooth 3D topographical quantification. *PLoS One* 8 : e66142.
- Guy F., Lazzari V., Gilissen E. et Thiery G.** 2015. To what extent is primate second molar enamel occlusal morphology shaped by the enamel-dentine junction? *PLoS One* 10 : e0138802.
- Haavikko K.** 1974. Tooth formation age estimated on a few selected teeth: a simple method for clinical use. *Proceeding of the Finnish Dental Society* 70 : 15-19.
- Hanihara K.** 1961. Criteria for classification of crown characters of the human deciduous dentition. *Journal of the Anthropological Society of Nippon* 69 : 27-45.
- Hanihara K.** 1963. Crown characters of the deciduous dentition of the Japanese-American hybrids. In : Brothwell D.R. (ed). *Dental Anthropology*. New York : Pergamon Press, p. 105-124.
- Hanihara K.** 1966. Mongoloid dental complex in the deciduous dentition. *Journal of the Anthropological Society of Nippon* 74 : 61-72.
- Hanihara T.** 2008. Morphological variation of major human populations based on nonmetric dental traits. *American Journal of Physical Anthropology* 136 : 169-182.
- Hanihara T.** 2013. Geographic structure of dental variation in the major human populations of the world. In : Scott G.R. et Irish J.D. (eds). *Anthropological perspectives on tooth morphology: genetics, evolution, variation*. Cambridge : Cambridge University Press, p. 479-509.
- Hanihara T. et Ishida H.** 2005. Metric dental variation of major human populations. *American Journal of Physical Anthropology* 128 : 287-298.
- Hanihara T., Ishida H. et Dodo Y.** 2003. Characterization of biological diversity through analysis of discrete cranial traits. *American Journal of Physical Anthropology* 121 : 241-251.
- Hardy M.** 1988. Découverte d'une sépulture de l'époque quaternaire à Raymond, commune de Chancelade, Dordogne. *Comptes rendus hebdomadaire des séances de l'Académie des Sciences de Paris* 107 : 1025-1026.
- Harris E.F. et Dinh D.P.** 2006. Intercusp relationships of the permanent maxillary first and second molars in American whites. *American Journal of Physical Anthropology* 130 : 514-528.
- Harris E.F., Hicks J.D. et Barcroft B.D.** 2001. Tissue contributions to sex and race: differences in tooth crown size of deciduous molars. *American Journal of Physical Anthropology* 115 : 223-237.
- Harris E.F. et Lease L.R.** 2005. Mesiodistal tooth crown dimensions of the primary dentition: a worldwide survey. *American Journal of Physical Anthropology* 128 : 593-607.
- Hauser G. et De Stefano G.F.** 1989. Epigenetic variants of the human skull. Stuttgart : E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 301 p.
- Hedges R.E.M., Pettitt P.B., Bronk Ramsey C. et van Klinken G.J.** 1997. Radiocarbon dates from the Oxford AMS system: Archaeometry datelist 24. *Archaeometry* 39 : 445-471.
- Heim J.-L.** 1991. L'enfant magdalénien de la Madeleine. *L'Anthropologie* 95 : 611-638.
- Henry-Gambier D.** 2005. Le Bois-Ragot, Gouex (Vienne) : les vestiges humains. In : Chollet A. et Dujardin V. (eds). *La grotte du Bois-Ragot à Gouex (Vienne) : Magdalénien et*

- Azilien Essais sur les hommes et leur environnement*. Paris : Mémoire 38 de la Société préhistorique française, p. 396-397.
- Henry-Gambier D.** 2006. Les sépultures de Sorde-l'Abbaye (Landes). In : Dachary M. (ed). *Les Magdaléniens à Duruthy Qui étaient-ils ? Comment vivaient-ils ?* Hastings : Centre Départemental du Patrimoine, p. 68-73.
- Henry-Gambier D.** 2010. Les fossiles humains du Paléolithique supérieur de Poitou-Charentes. In : Buisson-Catil J. et Primault J. (eds). *Préhistoire entre Vienne et Charente : hommes et sociétés du Paléolithique*. Chauvigny : Association des publications chauvinoises, p. 25-43.
- Henry-Gambier D., Bruzek J., Murail P. et Houët F.** 2002. Révision du sexe du squelette magdalénien de Saint-Germain-La-Rivière (Gironde, France). *Paleo* 14 : 205-212.
- Henry-Gambier D., Drucker D.G. et Ladier E.** 2016. Datation C14 en spectrométrie de masse par accélérateur de particules et attribution culturelle de l'enfant de l'abri Lafaye (Tarn et Garonne). *À paraître*.
- Henry-Gambier D., Maureille B. et White R.** 2004. Vestiges humains des niveaux de l'Aurignacien ancien du site de Brassempouy (Landes). *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* 16 : 49-87.
- Henry-Gambier D., Normandet C. et Pétilion J.-M.** 2013a. Datation radiocarbone directe et attribution culturelle des vestiges humains paléolithiques de la grotte d'Isturitz (Pyrénées-Atlantiques). *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 110 : 645-656.
- Henry-Gambier D., Villotte S., Beauval C., Bruzek J. et Grimaud-Hervé D.** 2013b. Les vestiges humains : un assemblage original. In : Nespoulet R., Chiotti L. et Henry-Gambier D. (eds). *Le Gravettien final de l'abri Pataud (Dordogne, France). Fouilles et études 2005-2009*. BAR International Series, p. 135-199.
- Henry A., Marquebielle B., Chesnaux L. et Michel S.** 2014. Des techniques aux territoires. Nouveaux regards sur les cultures mésolithiques. *P@lethnologie* 6 : 1-160.
- Herrera B., Hanihara T. et Godde K.** 2014. Comparability of multiple data types from the bering strait region: cranial and dental metrics and nonmetrics, mtDNA, and Y-chromosome DNA. *American Journal of Physical Anthropology* 154 : 334-348.
- Herrscher E., Bocherens H., Valentin B. et Colardelle R.** 2001. Comportements alimentaires au Moyen Âge à Grenoble : application de la biogéochimie isotopique à la nécropole Saint-Laurent (XIIIe-XVe siècles, Isère, France). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris* 324 : 479-487.
- Herrscher E., Thomas A., Chambon P., Mordant D. et André G.** 2012. Pratiques alimentaires et nécropoles monumentales au Néolithique : le cas des sujets du site de Balloy-les Reaudins (culture de Cerny, Ve millénaire, Bassin parisien). *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* 23 : S21.
- Hill M.K.** 2004. Dental reduction and diet in the prehistoric Ohio River Valley. *Dental Anthropology* 17 : 34-44.
- Hillson S.** 1996. Dental anthropology. Cambridge : Cambridge University Press, 373 p.
- Hillson S.** 2005. Teeth. Cambridge : Cambridge University Press, 373 p.
- Hillson S. et Bond S.** 1997. Relationship of enamel hypoplasia to the pattern of tooth crown growth: a discussion. *American Journal of Physical Anthropology* 104 : 89-103.

- Hillson S., Fitzgerald C. et Flinn H.** 2005. Alternative dental measurements: proposals and relationships with other measurements. *American Journal of Physical Anthropology* 126 : 413-426.
- Hinton R.J.** 1981. Form and patterning of anterior tooth wear among aboriginal human groups. *American Journal of Physical Anthropology* 54 : 555-564.
- Hlusko L.J.** 2016. Elucidating the evolution of hominid dentition in the age of phenomics, modularity, and quantitative genetics. *Annals of Anatomy* 203 : 3-11.
- Hlusko L.J., Do N. et Mahaney M.C.** 2007. Genetic correlations between mandibular molar cusp areas in baboons. *American Journal of Physical Anthropology* 132 : 445-454.
- Hlusko L.J., Lease L.R. et Mahaney M.C.** 2006. Evolution of genetically correlated traits: tooth size and body size in baboons. *American Journal of Physical Anthropology* 131 : 420-427.
- Hlusko L.J., Maas M.L. et Mahaney M.C.** 2004a. Statistical genetics of molar cusp patterning in pedigreed baboons: implications for primate dental development and evolution. *Journal of Experimental Zoology Part B: Molecular and Developmental Evolution* 302 : 268-283.
- Hlusko L.J. et Mahaney M.C.** 2009. Quantitative genetics, pleiotropy, and morphological integration in the dentition of *Papio hamadryas*. *Evolutionary Biology* 36 : 5-18.
- Hlusko L.J., Sage R.D. et Mahaney M.C.** 2011. Evolution of modularity in the mammalian dentition: mice and monkey share a common dental genetic architecture. *Journal of Experimental Zoology Part B: Molecular and Developmental Evolution* 316 : 21-49.
- Hlusko L.J., Suwa G., Kono R.T. et Mahaney M.C.** 2004b. Genetics and the evolution of primate enamel thickness: a baboon model. *American Journal of Physical Anthropology* 124 : 223-233.
- Hoffmann A., Hublin J.-J., Huls M. et Terberger T.** 2011. The *Homo aurignaciensis hauseri* from Combe-Capelle: a Mesolithic burial. *Journal of Human Evolution* 61 : 211-214.
- Holliday R.** 1990. Mechanisms for the control of gene activity during development. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* 65 : 431-471.
- Holliday T.W.** 1997. Body proportions in Late Pleistocene Europe and modern human origins. *Journal of Human Evolution* 32 : 432-447.
- Holliday T.W.** 1999. Brachial and crural indices of European Late Upper Paleolithic and Mesolithic humans. *Journal of Human Evolution* 36 : 549-566.
- Holloway R.I.** 1966. Structural reduction through the "Probable Mutation Effect". A critique with questions regarding human evolution. *American Journal of Physical Anthropology* 25 : 7-11.
- Holt B.M.** 2003. Mobility in Upper Paleolithic and Mesolithic Europe: evidence from the lower limb. *American Journal of Physical Anthropology* 122 : 200-215.
- Horvath J.E., Ramachandran G.L., Fedrigo O., Nielsen W.J., Babbitt C.C., St Clair E.M., Pfeifferle L.W., Jernvall J., Wray G.A. et Wall C.E.** 2014. Genetic comparisons yield insight into the evolution of enamel thickness during human evolution. *Journal of Human Evolution* 73 : 75-87.
- Hubbard A.R., Guatelli-Steinberg D. et Irish J.D.** 2015. Do nuclear DNA and dental nonmetric data produce similar reconstructions of regional population history? An

- example from modern coastal Kenya. *American Journal of Physical Anthropology* 157 : 295-304.
- Hughes C.E., Thomas C., Richards L. et Townsend G.** 2001. A study of occlusal variation in the primary dentition of Australian twins and singletons. *Archives of Oral Biology* 46 : 857-864.
- Hughes T.E. et Townsend G.C.** 2012. Genes for teeth - drawing inference from family data. In : Townsend G., Kanazawa E. et Takayama H. (eds). *New directions in dental anthropology: paradigms, methodologies and outcomes*. Adelaide : University of Adelaide Press, p. 22-34.
- Hughes T.E. et Townsend G.C.** 2013. Twin and family studies of human dental crown morphology: genetic, epigenetic, and environmental determinants of the modern human dentition. In : Scott G.R. et Irish J.D. (eds). *Anthropological perspectives on tooth morphology: genetics, evolution, variation*. Cambridge : Cambridge University Press, p. 31-68.
- Hunter J.** 1778. The natural history of the human teeth. London : J. Johnson, 275 p.
- Hunter J.P., Guatelli-Steinberg D., Weston T.C., durner R.M. et Betsinger T.K.** 2010. Model of tooth morphogenesis predicts carabelli cusp expression, size, and symmetry in humans. *PLoS One* 5 : e11844.
- Hunter J.P. et Jernvall J.** 1995. The hypocone as a key innovation in mammalian evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 92 : 10718-10722.
- Hylander W.L., Johnson K.R. et Crompton A.W.** 1987. Loading patterns and jaw movement during mastication in *Macaca fascicularis*: a bone strain, electromyographic and cineradiographic analysis. *American Journal of Physical Anthropology* 72 : 287-314.
- Irish J.D.** 1997. Ancestral dental traits in recent Sub-Saharan Africans and the origins of modern humans. *Journal of Human Evolution* 34 : 81-98.
- Irish J.D.** 2005. Population continuity vs. discontinuity revisited: dental affinities among late Paleolithic through Christian-era Nubians. *American Journal of Physical Anthropology* 128 : 520-535.
- Irish J.D.** 2006. Who were the ancient Egyptians? Dental affinities among Neolithic through postdynastic peoples. *American Journal of Physical Anthropology* 129 : 529-543.
- Irish J.D.** 2014. Questions of khoesan continuity: dental affinities among the indigenous Holocene peoples of South Africa. *American Journal of Physical Anthropology* 155 : 33-44.
- Irish J.D., Guatelli-Steinberg D., Legge S.S., de Ruiter D.J. et Berger L.R.** 2013. Dental morphology and the phylogenetic "place" of *Australopithecus sediba*. *Science* 340 : 1233062.
- Irish J.D., Guatelli-Steinberg D., Legge S.S., de Ruiter D.J. et Berger L.R.** 2014. News and views: response to 'Non-metric dental traits and hominin phylogeny' by Carter *et al.*, with additional information on the Arizona State University Dental Anthropology System and phylogenetic 'place' of *Australopithecus sediba*. *Journal of Human Evolution* 69 : 129-134.
- Jacobs K.** 1994. Human dento-gnathic metric variation in Mesolithic/Neolithic Ukraine: possible evidence of demic diffusion in the Dnieper Rapids region. *American Journal of Physical Anthropology* 95 : 1-26.

- Jaubert J., Fourment N. et Depaepe P.** 2013. Transitions, ruptures et continuité en Préhistoire. Volume 1 : Évolution des techniques, comportements funéraires, Néolithique ancien. Paris : Société préhistorique française, XXVIIe congrès préhistorique de France, Bordeaux - Les Eyzies, 31 mai - 5 juin 2010, Volume 1 : Évolution des techniques, comportements funéraires, Néolithique ancien. 522 p.
- Jaubert J., Fourment N. et Depaepe P.** 2014. Transitions, ruptures et continuité en Préhistoire. Volume 2 : Paléolithique et Mésolithique. Paris : Société préhistorique française, XXVIIe congrès préhistorique de France, Bordeaux - Les Eyzies, 31 mai - 5 juin 2010, Volume 2 : Paléolithique et Mésolithique. 639 p.
- Jayet A. et Sauter M.-R.** 1954. Sur la récente découverte d'un crâne humain magdalénien à Veyrier (Haute-Savoie, France). *Archives des sciences / Société de physique et d'histoire naturelle de Genève* 7 : 479-481.
- Jernvall J. et Jung H.-S.** 2000. Genotype, phenotype and developmental biology of molar tooth characters. *Yearbook of Physical Anthropology* 43 : 171-190.
- Jernvall J. et Thesleff I.** 2000. Reiterative signaling and patterning during mammalian tooth morphogenesis. *Mechanisms of Development* 92 : 19-29.
- Jernvall J. et Thesleff I.** 2012. Tooth shape formation and tooth renewal: evolving with the same signals. *Development* 139 : 3487-3497.
- Jeunesse C.** 1998. La synchronisation des séquences culturelles des bassins du Rhin, de la Meuse et de la Seine et la chronologie du Bassin parisien au Néolithique ancien et moyen (5200-1500 av. J.-C.). *Bulletin de la Société Préhistorique Luxembourgeoise* 20-21 : 337-392.
- Jolly C.J.** 1970. The seed-eaters: a new model of hominid differentiation based on a baboon analogy. *Man* 5 : 5-26.
- Joly C. et Visset L.** 2009. Evolution of vegetation landscapes since the Late Mesolithic on the French West Atlantic coast. *Review of Palaeobotany and Palynology* 154 : 124-179.
- Jude P.-É.** 1960. La grotte de Rochereil, station magdalénienne et azilienne. Paris : Masson et Cie, 76 p.
- Kaidonis J.A.** 2008. Tooth wear: the view of the anthropologist. *Clinical Oral Investigations* 12 : S21-S26.
- Kaifu Y.** 1999. Changes in the pattern of tooth wear from prehistoric to recent periods in Japan. *American Journal of Physical Anthropology* 109 : 485-499.
- Kaifu Y.** 2000. Was extensive tooth wear normal in our ancestor? A preliminary examination in the genus *Homo*. *Anthropological Science* 108 : 371-385.
- Kanazawa E., Sekikawa M. et Ozaki T.** 1990. A quantitative investigation of irregular cuspules in human maxillary permanent molars. *American Journal of Physical Anthropology* 83 : 173-180.
- Kato A., Tang N., Borries C., Papakyrikos A.M., Hinde K., Miller E., Kunimatsu Y., Hirasaki E., Shimizu D. et Smith T.M.** 2014. Intra- and interspecific variation in macaque molar enamel thickness. *American Journal of Physical Anthropology* 155 : 447-459.
- Kavanagh K.D., Evans A.R. et Jernvall J.** 2007. Predicting evolutionary patterns of mammalian teeth from development. *Nature* 449 : 427-432.
- Kay R.F.** 1975. The functional adaptations of primate molar teeth. *American Journal of Physical Anthropology* 43 : 195-216.

- Kay R.F.** 1981. The nut-crackers - a new theory of the adaptations of the Ramapithecinae. *American Journal of Physical Anthropology* 55 : 141-151.
- Kay R.F. et Hiimae K.M.** 1974. Jaw movement and tooth use in recent and fossil primates. *American Journal of Physical Anthropology* 40 : 227-256.
- Kelley J.L. et Swanson W.J.** 2008. Dietary change and adaptive evolution of enamel in humans and among primates. *Genetics* 178 : 1595-1603.
- Kenyhercz M.W., Klales A.R. et Kenyhercz W.E.** 2014. Molar size and shape in the estimation of biological ancestry: a comparison of relative cusp location using geometric morphometrics and interlandmark distances. *American Journal of Physical Anthropology* 153 : 269-279.
- Khudaverdyan A.Y.** 2011. Secular dental changes in the populations of the Armenian highland: evolutionary and ecological aspects. *Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia* 39 : 139-146.
- Kieser J.A.** 1990. Human adult odontometrics. The study of variation in adult tooth size. Cambridge : Cambridge Studies in Biological Anthropology, 194 p.
- Klaatsch H. et Hauser O.** 1910. *Homo aurignaciensis hauseri*. Ein paläolithischer Skelettfund aus dem unteren Aurignacien der Station Combe Capelle bei Montferand (Perigord). *Prähistorische Zeitschrift* 1 : 275.
- Kono R.T.** 2004. Molar enamel thickness and distribution patterns in extant great apes and humans: new insights based on a 3-dimensional whole crown perspective. *Anthropological Science* 112 : 121-146.
- Kono R.T. et Suwa G.** 2008. Enamel distribution patterns of extant human and hominoid molars: occlusal versus lateral enamel thickness. *Bulletin of the National Museum of Nature and Science* 34 : 1-9.
- Kono R.T., Suwa G. et Tanijiri T.** 2002. A three-dimensional analysis of enamel distribution patterns in human permanent first molars. *Archives of Oral Biology* 47 : 867-875.
- Korenhof C.A.W.** 1961. The enamel-dentine border: a new morphological factor in the study of the (human) molar pattern. *Proceeding of the Kononklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen - Amsterdam*. 64B, 639-664.
- Kozłowski J.K.** 2005. Paléolithique supérieur et Mésolithique en Méditerranée : cadre culturel. *L'Anthropologie* 109 : 520-540.
- Krueger B.J.** 1962. Influence of boron, fluorine, and molybdenum on dental morphology of the rat molar. *Journal of Dental Research* 41 : 215.
- Krueger B.J.** 1966. Interaction of fluoride and molybdenum on dental morphology in the rat. *Journal of Dental Research* 45 : 714-725.
- Kullmer O., Benazzi S., Fiorenza L., Schulz D., Bacso S. et Winzen O.** 2009. Technical note: Occlusal fingerprint analysis: quantification of tooth wear pattern. *American Journal of Physical Anthropology* 139 : 600-605.
- Kullmer O., Schulz D. et Benazzi S.** 2012. An experimental approach to evaluate the correspondence between wear facet position and occlusal movements. *The Anatomical Record Part A, Discoveries in molecular, cellular, and evolutionary biology* 295 : 846-852.

- Kupczik K., Dobson C.A., Crompton R.H., Phillips R., Oxnard C.E., Fagan M.J. et O'Higgins P.** 2009. Masticatory loading and bone adaptation in the supraorbital torus of developing macaques. *American Journal of Physical Anthropology* 139 : 193-203.
- Kupczik K. et Hublin J.-J.** 2010. Mandibular molar root morphology in Neanderthals and Late Pleistocene and recent *Homo sapiens*. *Journal of Human Evolution* 59 : 525-541.
- Kupczik K. et Lev-Tov Chattah N.** 2014. The adaptive significance of enamel loss in the mandibular incisors of cercopithecine primates (Mammalia: Cercopithecidae): a finite element modelling study. *PLoS One* 9 : e97677.
- Labrie J.** 1923. Les cavernes et abris préhistoriques de l'Entre-deux-Mers (Gironde). In : A.F.A.S, 47ème session, Bordeaux, 657-663.
- Lacam R., Niederlender A. et Vallois H.-V.** 1944. Le gisement mésolithique du Cuzoul de Gramat. Paris : Masson et Cie, 92 p.
- Lacy S., Le Luyer M., Bayle P., Macchiarelli R. et Delage C.** The Magdalenian dental remains from La Piscine (Montmorillon, France). *En préparation*.
- Laforest C., Castex D., Cartron I. et Murail P.** 2011. Microévolution d'une population historique sur les rives de l'estuaire de la Gironde. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* 24 : 12-24.
- Lalanne G. et Breuil H.** 1911. L'abri sculpté de Cap-Blanc (Marquay, Dordogne). *L'Anthropologie* 22 : 385-402.
- Langlais M.** 2007. Dynamiques culturelles des sociétés magdaléniennes dans leurs cadres environnementaux. Enquête sur 7000 ans d'évolution de leurs industries lithiques entre Rhône et Ebre. Thèse de doctorat, Université de Toulouse II et Universitat de Barcelona, 552 p.
- Langlais M., Costamagno S., Laroulandie V., Pétilion J.-M., Discamps E., Mallye J.-B., Cochard D. et Kuntz D.** 2012. The evolution of Magdalenian societies in South-West France between 18,000 and 14,000 calBP: changing environments, changing tool kits. *Quaternary International* 272-273 : 138-149.
- Langlais M., Laroulandie V., Bruxelles L., Chalard P., Cochard D., Costamagno S., delfour G., Kuntz D., Le Gall O., Pétilion J.-M. et Queffelec A.** 2009. Les fouilles de la grotte-abri de Peyrazet (Creysse, Lot) : nouvelles données pour le Tardiglaciaire quercinois. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 106 : 150-152.
- Langlais M., Naudinot N. et Peresani M.** 2014. Les groupes culturels de la transition Pléistocène-Holocène entre Atlantique et Adriatique. Paris : Actes de la séance de la Société Préhistorique Française, Bordeaux, 24-25 mai 2012. 246 p.
- Laplace-Jauretche G.** 1953. Les couches à escargots des cavernes pyrénéennes et le problème de l'Arisien de Piette. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 50 : 199-211.
- Laplace G.** 1951. Note préliminaire sur un nouvel étage mésolithique pyrénéen. Découverte d'un squelette humain. *Revue Régionaliste des Pyrénées* 111-112 : 87-91.
- Laporte L. et Gomez de Soto J.** 2001. Germignac et Lamérac : perles discoïdes et anneaux-disques dans le Centre-Ouest de la France. *Revue Archéologique de l'Ouest* 18 : 13-26.
- Laroulandie V.** 2009. De la plume à l'œuf : exploitation des ressources aviaires au Magdalénien dans le Sud de la France. In : Fontana L., Chauvière F.-X. et Bridault A. (eds). *Proceedings of the XVth UISPP World Congress, Session C, Lisbonne, Portugal, septembre 2006*. Oxford : BAR International Series, p. 71-89.

- Larsen C.S.** 1995. Biological changes in human populations with agriculture. *Annual Review of Anthropology* 24 : 185-213.
- Larsen C.S.** 2006. The agricultural revolution as environmental catastrophe: implications for health and lifestyle in the Holocene. *Quaternary International* 150 : 12-20.
- Lau E.C., Mohandas T.K., Shapiro L.J., Slavkin H.C. et Snead M.L.** 1989. Human and mouse amelogenin gene loci are on the sex chromosomes. *Genomics* 4 : 162-168.
- Lautrou A.** 1997. Anatomie dentaire. Paris : Masson, 264 p.
- Le Blanc S.A. et Black B.** 1974. A long term trend in tooth size in the eastern Mediterranean. *American Journal of Physical Anthropology* 41 : 417-422.
- Le Bras-Goude G., Binder D., Formicola V., Duday H., Couture-Veschambre C., Hublin J.-J. et Richards M.** 2006a. Stratégies de subsistance et analyse culturelle de populations néolithiques de Ligurie : approche par l'étude isotopique ($\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$) des restes osseux. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* 18 : 43-53.
- Le Bras-Goude G., Binder D., Simon P. et Richards M.** 2006b. L'homme du Rastel (Peillon, Alpes-Maritimes, France). Nouvelles données isotopiques ($\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$), radiométriques et archéologiques. *Bulletin du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco* 46 : 84-88.
- Le Cabec A., Gunz P., Kupczik K., Braga J. et Hublin J.-J.** 2013. Anterior tooth root morphology and size in Neanderthals: taxonomic and functional implications. *Journal of Human Evolution* 64 : 169-193.
- Le Cabec A., Tang N. et Tafforeau P.** 2015. Accessing developmental information of fossil hominin teeth using new synchrotron microtomography-based visualization techniques of dental surfaces and interfaces. *PLoS One* 10 : e0123019.
- Le Double A.F.** 1903. Traité des variations des os du crâne de l'Homme et de leur signification au point de vue de l'Anthropologie zoologique. Paris : Vigot Frères, 403 p.
- Le Double A.F.** 1912. Traité des variations de la colonne vertébrale de l'Homme. Paris : Vigot Frères, 543 p.
- Le Luyer M., Rottier S. et Bayle P.** 2014. Brief communication: comparative patterns of enamel thickness topography and oblique molar wear in two Early Neolithic and medieval population samples. *American Journal of Physical Anthropology* 155 : 162-172.
- Le Roy M.** 2011. Étude de l'enfant magdalénien de l'abri Lafaye (Tarn et Garonne, France). Mémoire de Master 2, Université de Bordeaux 1, 70 p.
- Le Roy M.** 2015. Les enfants au Néolithique : du contexte funéraire à l'interprétation socioculturelle en France de 5700 à 2100 ans avant J.-C. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux, 611 p.
- Leduc C. et Verjux C.** 2014. Mesolithic occupation patterns at Auneau "Le Parc du Château" (Eure-et-Loir – France): contribution of zooarchaeological analysis from two main pits to the understanding of type and length of occupation. *Journal of Archaeological Science* 47 : 39-52.
- Lenoir M.** 1983. Le Paléolithique des basses vallées de la Dordogne et de la Garonne. Thèse, Université de Bordeaux 1, 696 p.
- Lepront R. et Mirande H.** 1933. Le gisement de Saint-Germain-la-Rivière (sa découverte). *Revue d'Histoire et d'Archéologie du Libournais* 36 : 197-209.

- Leroyer C., Brochier J.-É. et Thiébault S.** 2008. L'environnement végétal : néolithisation et transformation du paysage végétal : rythmes et modalités. In : Tarrête J. et Le Roux C.-T. (eds). *Archéologie de la France. Le Néolithique*. Paris : Éditions Picard, p. 53-75.
- Lieberman D.E.** 2011. The evolution of the human head. Cambridge, Massachusetts / London, England : The Belknap Press of Harvard University Press, 756 p.
- Livache M., Laplace G., Evin J. et Pastor G.** 1984. Stratigraphie et datations par le radiocarbone des charbons, os et coquilles de la grotte du Poeymaü à Arudy, Pyrénées-Atlantiques. *L'Anthropologie* 88 : 367-375.
- Liversidge H.M. et Molleson T.** 2004. Variation in crown and root formation and eruption of human deciduous teeth. *American Journal of Physical Anthropology* 123 : 172-180.
- Lorensen W.E. et Cline H.E.** 1987. Marching cubes: a high-resolution 3D surface construction algorithm. *Computer Graphics (ACM)* 21 : 163-169.
- Lovejoy C.O.** 1985. Dental wear in the Libben population: its functional pattern and role in the determination of adult skeletal age at death. *American Journal of Physical Anthropology* 68 : 47-56.
- Lubell D., Jackes M., Schwarcz H., Knyf M. et Meiklejohn C.** 1994. The Mesolithic-Neolithic transition in Portugal: isotopic and dental evidence of diet. *Journal of Archaeological Science* 21 : 201-216.
- Lucas P.W.** 2004. Dental functional morphology. How teeth work. Cambridge : Cambridge University Press, 355 p.
- Lucas P.W., Constantino P., Wood B. et Lawn B.** 2008a. Dental enamel as a dietary indicator in mammals. *BioEssays: news and reviews in molecular, cellular and developmental biology* 30 : 374-385.
- Lucas P.W., Constantino P.J. et Wood B.A.** 2008b. Inferences regarding the diet of extinct hominins: structural and functional trends in dental and mandibular morphology within the hominin clade. *Journal of Anatomy* 212 : 486-500.
- Lukacs J.R.** 1984. Cultural variation and the evolution of dental reduction: an interpretation of the evidence from South Asia. In : Basu A. et Malhotra K. (eds). *Human Genetics and Adaptation*. Calcutta : Indian Statistical Institut, p. 252-269.
- Lukacs J.R. et Pal J.N.** 2013. Dental morphology of early Holocene foragers of North India: non-metric trait frequencies and biological affinities. *HOMO - Journal of Comparative Human Biology* 64 : 411-436.
- Lynch J.M., Wood C.G. et Luboga S.A.** 1996. Geometric morphometrics in primatology: craniofacial variation in *Homo sapiens* and *Pan troglodytes*. *Folia Primatologica* 67 : 15-39.
- Maas M.C. et Dumont E.R.** 1999. Built to last: the structure, function and evolution of primate dental enamel. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews* 8 : 133-152.
- Macchiarelli R.** 1989. Prehistoric "fish-eaters" along the eastern arabian coasts: dental variation, morphology, and oral health in the Ra's al-Hamra community (Qurum, Sultanate of Oman, 5th-4th millenia BC). *American Journal of Physical Anthropology* 78 : 575-594.
- Macchiarelli R., Bayle P., Bondioli L., Mazurier A. et Zanolli C.** 2013. From outer to inner structural morphology in dental anthropology. The integration of the third dimension in the visualisation and quantitative analysis of fossil remains. In : Scott R.G. et Irish J.D.

- (eds). *Anthropological perspectives on tooth morphology: genetics, evolution, variation*. Cambridge : Cambridge University Press, p. 250-277.
- Macchiarelli R. et Bondioli L.** 1986a. Post-Pleistocene reductions in human dental structure: a reappraisal in terms of increasing population density. *Human Evolution* 1 : 405-418.
- Macchiarelli R. et Bondioli L.** 1986b. Morphometric changes in permanent dentition through the Neolithic: a microregional analysis. I. Upper dentition. *HOMO - Journal of Comparative Human Biology* 37 : 239-256.
- Macchiarelli R., Bondioli L., D  benath A., Mazurier A., Tournepiche J.-F., Birch W. et Dean M.C.** 2006. How Neanderthal molar teeth grew. *Nature* 444 : 748-751.
- Macchiarelli R., Bondioli L. et Mazurier A.** 2008. Virtual dentitions: touching the hidden evidence. In : Irish J.D. et Nelson G.C. (eds). *Technique and application in dental anthropology*. Cambridge : Cambridge University Press, p. 426-448.
- Macchiarelli R., Mazurier A., Illerhaus B. et Zanolli C.** 2009. *Ouranopithecus macedoniensis* (Mammalia, Primates, Hominoidea): virtual reconstruction and 3D analysis of a juvenile mandibular dentition (RPI-82 and RPI-83). *Geodiversitas* 31 : 851-863.
- Macchiarelli R., Mazurier A. et Volpato V.** 2007. L'apport des nouvelles technologies à l'étude des Néandertaliens. In : Vandermeersch B. et Maureille B. (eds). *Les Néandertaliens. Biologie et cultures*. Paris : Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, p. 169-179.
- Macho G.A. et Berner M.** 1993. Enamel thickness of human maxillary molars reconsidered. *American Journal of Physical Anthropology* 92 : 189-200.
- Macho G.A. et Berner M.** 1994. Enamel thickness and the helicoidal occlusal plane. *American Journal of Physical Anthropology* 94 : 327-337.
- Macho G.A. et Moggi-Cecchi J.** 1992. Reduction of maxillary molars in *Homo sapiens sapiens*: a different perspective. *American Journal of Physical Anthropology* 87 : 151-159.
- Macho G.A. et Spears I.R.** 1999. Effects of loading on the biochemical behavior of molars of *Homo*, *Pan* and *Pongo*. *American Journal of Physical Anthropology* 109 : 211-227.
- Mafart B.** 2009. Une reconstitution surprenante d'un fossile humain : la mandibule magdalénienne du cr  ne d'enfant Rochereil III. *Comptes Rendus Palevol* 8 : 403-412.
- Mafart B., Guipert G., Alliez-Philip C. et Brau J.-J.** 2007. Virtual reconstitution and new palaeopathological study of the Magdalenian child's skull of Rochereil. *Comptes Rendus Palevol* 6 : 569-579.
- Magny M.** 1997.   l  ments pour une histoire du climat entre 13000 et 6000 BP. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 94 : 161-167.
- Magny M.** 2004. Holocene climate variability as reflected by mid-European lake-level fluctuations and its probable impact on prehistoric human settlements. *Quaternary International* 113 : 65-79.
- Magny M., Miramont C. et Sivan O.** 2002. Assessment of the impact of climate and anthropogenic factors on Holocene Mediterranean vegetation in Europe on the basis of palaeohydrological records. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 186 : 47-59.

- Mahoney P.** 2010. Two-dimensional patterns of human enamel thickness on deciduous (dm1, dm2) and permanent first (M1) mandibular molars. *Archives of Oral Biology* 55 : 115-126.
- Mahoney P.** 2013. Testing functional and morphological interpretations of enamel thickness along the deciduous tooth row in human children. *American Journal of Physical Anthropology* 151 : 518-525.
- Mahoney P.** 2015. Dental fast track: prenatal enamel growth, incisor eruption, and weaning in human infants. *American Journal of Physical Anthropology* 156 : 407-421.
- Mallye J.-B., Kuntz D., Langlais M., Boudadi-Maligne M., Barshay-Szmidt C., Costamagno S., Pétilion J.-M., Gourichon L. et Laroulandie V.** 2015. Trente ans après, que reste-t-il du modèle d'azilianisation proposé au Morin par F. Bordes et D. de Sonneville-Bordes ? In : *Les sociétés de la transition du Paléolithique final au début du Mésolithique dans l'espace nord-aquitain*. Musée national de Préhistoire, Les Eyzies-de-Tayac, 24 au 26 juin 2015, p. 19-20.
- Manen C. et Sabatier P.** 2003. Chronique radiocarbone de la néolithisation en Méditerranée nord-occidentale. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 100 : 479-504.
- Manzi G., Santandrea E. et Passarello P.** 1997. Dental size and shape in the Roman Imperial Age: two examples from the area of Rome. *American Journal of Physical Anthropology* 102 : 469-479.
- Marambat L. et Roussot-Larroque J.** 1989. Paysage végétal et occupations humaines sur la côte atlantique : l'exemple de la Lède du Gurg. *Bulletin de l'Association française pour l'étude du quaternaire* 26 : 73-89.
- Marchand G.** 2005. Contacts, blocages et filiations entre les aires culturelles mésolithiques et néolithiques en Europe atlantique. *L'Anthropologie* 109 : 541-556.
- Marchand G.** 2009. Chasseurs-cueilleurs et agriculteurs en Europe occidentale : les échanges comme condition de la néolithisation ? In : Demoule J.-P. (ed). *La révolution néolithique dans le monde*. Paris : CNRS Editions, p. 283-300.
- Marchand G.** 2010. La néolithisation de l'ouest de la France : aires culturelles et transferts techniques dans l'industrie lithique. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 97 : 377-403.
- Marchand G.** 2011. Le Mésolithique. Derniers chasseurs-cueilleurs de la Préhistoire. *Archeologia* : 12-14.
- Marchand G.** 2014a. Préhistoire atlantique. Fonctionnement et évolution des sociétés du Paléolithique au Néolithique. Paris : Errance, 519 p.
- Marchand G.** 2014b. Premier et Second Mésolithique : et au-delà des techniques ? In : Henry A., Marquebielle B., Chesnaux L. et Michel S. (eds). *Des techniques aux territoires : nouveaux regards sur les cultures mésolithiques*. Actes de la table-ronde, 22-23 novembre 2012, Maison de la recherche, Toulouse (France). *P@lethnology*, 6, 9-22.
- Marchand G., Dupont C., Oberlin C. et Delque-Kolic E.** 2009. Entre "effet réservoir" et "effet de plateau" : la difficile datation du Mésolithique de Bretagne. In : Crombé P., Van Strydonck M., Sergant J., Boudin M. et Bats M. (eds). *Chronology and evolution within the Mesolithic of North-West Europe*. Newcastle upon Tyne : Cambridge Scholars Press, p. 297-324.
- Marchand G. et Manen C.** 2006. Le rôle du Néolithique ancien méditerranéen dans la néolithisation de l'Europe atlantique. *Coédition ADRAHP-PSO, Actes des 6e Rencontres Méridionales de Préhistoire Récente*, p. 213-232.

- Marchand G. et Perrin T.** 2015. Why this revolution? Explaining the major technical shift in Southwestern Europe during the 7th millennium cal. BC. *Quaternary International* Sous presse.
- Marinval M.-C. et Giraud J.** 2009. Les apports de l'archéologie environnementale à la compréhension du changement actuel. In : Tabeaud M. (ed). *Le changement en environnement. Les faits, les représentations, les enjeux*. Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne : Publications de la Sorbonne, p. 47-54.
- Marsan G.** 1987. La sépulture mésolithique de la grotte de Poeymaü à Arudy (P.-A.). *Archéologie des Pyrénées occidentales* 7 : 135-136.
- Marsan G.** 2009. Les gisements mésolithiques d'Arudy (vallée d'Ossau, Pyrénées nord occidentales). In : Montes Ramírez M.L. et Utrilla Miranda P. (eds). *El Mesolítico geométrico en la Península ibérica* Zaragoza, Departamento de Ciencias de la Antigüedad - Universidad, 2008. Monografías Arqueológicas 44, 259-278.
- Martin L.** 1985. Significance of enamel thickness in hominoid evolution. *Nature* 314 : 260-263.
- Martínez de Pinillos M., Martínón-Torres M., Skinner M.M., Arsuaga J.L., Gracia-Téllez A., Martínez I., Martín-Francés L. et Bermúdez de Castro J.M.** 2014. Trigonid crests expression in Atapuerca-Sima de los Huesos lower molars: internal and external morphological expression and evolutionary inferences. *Comptes Rendus Palevol* 13 : 205-221.
- Martínón-Torres M., Bermúdez de Castro J.M., Gomez-Robles A., Prado-Simon L. et Arsuaga J.L.** 2012. Morphological description and comparison of the dental remains from Atapuerca-Sima de los Huesos site (Spain). *Journal of Human Evolution* 62 : 7-58.
- Martínón-Torres M., Martínez de Pinillos M., Skinner M.M., Martín-Francés L., Gracia-Téllez A., Martínez I., Arsuaga J.L. et Bermúdez de Castro J.M.** 2014. Talonid crests expression at the enamel-dentine junction of hominin lower permanent and deciduous molars. *Comptes Rendus Palevol* 13 : 223-234.
- Matsumura H. et Hudson M.J.** 2005. Dental perspectives on the population history of Southeast Asia. *American Journal of Physical Anthropology* 127 : 182-209.
- Mazurier A., Volpato V. et Macchiarelli R.** 2006. Improved noninvasive microstructural analysis of fossil tissues by means of SR-microtomography. *Applied Physics A* 83 : 229-233.
- McCollum M.A. et Sharpe P.T.** 2001. Developmental genetics and early hominid craniodental evolution. *BioEssays: news and reviews in molecular, cellular and developmental biology* 23 : 481-493.
- McIlvaine B.K., Schepartz L.A., Larsen C.S. et Sciulli P.W.** 2014. Evidence for long-term migration on the Balkan Peninsula using dental and cranial nonmetric data: Early interaction between corinth (Greece) and its colony at Apollonia (Albania). *American Journal of Physical Anthropology* 153 : 236-248.
- Meiklejohn C., Bosset G. et Valentin F.** 2010. Radiocarbon dating of Mesolithic human remains in France. *Mesolithic Miscellany* 21 : 10-56.
- Méroc L.** 1967. Informations archéologiques : Midi-Pyrénées. *Gallia Préhistoire* 10 : 406-407.
- Michel P.** 1994. La grotte d'Unikoté (commune d'Iholdy, Pyrénées-Atlantiques) : un repaire de hyènes avec des restes humains dans des niveaux würmiens. Données préliminaires. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris* 318 : 837-841.

- Mitsiadis E.A.** 2001. Bases moléculaires du développement dentaire. In : Piette E. et Goldberg M. (eds). *La dent normale et pathologique*. Bruxelles : De Boeck, p. 19-38.
- Mitteroecker P. et Gunz P.** 2009. Advances in geometric morphometrics. *Evolutionary Biology* 36 : 235-247.
- Mitteroecker P., Gunz P., Bernhard M., Schaefer K. et Bookstein F.L.** 2004. Comparison of cranial ontogenetic trajectories among great apes and humans. *Journal of Human Evolution* 46 : 679-697.
- Møller I.J.** 1967. Influence of microelements on the morphology of the teeth. *Journal of Dental Research* 46 : 933-937.
- Molnar S.** 1971a. Human tooth wear, tooth function and cultural variability. *American Journal of Physical Anthropology* 34 : 175-190.
- Molnar S.** 1971b. Sex, age, and tooth position as factors in the production of tooth wear. *American Antiquity* 36 : 182-188.
- Molnar S.** 1972. Tooth wear and culture: a survey of tooth functions among some prehistoric populations. *Current Anthropology* 13 : 511-526.
- Molnar S. et Gantt D.G.** 1977. Functional implications of primate enamel thickness. *American Journal of Physical Anthropology* 46 : 447-454.
- Molnar S., Hildebolt C., Molnar I.M. et Radovic J.G., M.** 1993. Hominid enamel thickness: I. The Krapina Neandertals. *American Journal of Physical Anthropology* 92 : 131-138.
- Molnar S. et Molnar I.M.** 1990. Dental arch shape and tooth wear variability. *American Journal of Physical Anthropology* 82 : 385-395.
- Molnar S. et Ward S.C.** 1977. On the hominid masticatory complex: biomechanical and evolutionary perspectives. *Journal of Human Evolution* 6 : 557-568.
- Moorrees C.F.A., Fanning E.A. et Hunt E.E.** 1963a. Age variation of formation stages for ten permanent teeth. *Journal of Dental Research* 42 : 1490-1502.
- Moorrees C.F.A., Fanning E.A. et Hunt E.E.** 1963b. Formation and resorption of three deciduous teeth in children. *American Journal of Physical Anthropology* 21 : 205-213.
- Moorrees C.F.A. et Reed R.B.** 1984. Correlations among crown diameters of human teeth. *Archives of Oral Biology* 9 : 685-697.
- Moorrees C.F.A., Thomsen S.O., Jensen E. et Yen P.K.J.** 1957. Mesiodistal crown diameters of the deciduous and permanent teeth in individuals. *Journal of Dental Research* 36 : 39-47.
- Morita W., Yano W., Nagaoka T., Abe M., Ohshima H. et Nakatsukasa M.** 2014. Patterns of morphological variation in enamel-dentin junction and outer enamel surface of human molars. *Journal of Anatomy* 224 : 669-680.
- Mourre V., Delfour G., Dias-Meirinho M.H., Gerbe M., Guillermin P., Lacrampe-Cuyaubere F. et Thiébaud C.** 2007. Site archéologique des Fieux à Miers, Lot. Travaux archéologiques préalables à la mise en valeur du site. Fouille programmée pluriannuelle 2007-2009, Premier rapport intermédiaire, 117 p.
- Mourre V., Gerbe M., Colonge D., Courdenneau A., Cravinho S., Delfour G., Grün R., Guillermin P., Maureille B. et Turini E.** 2009. Site archéologique des Fieux à Miers, Lot. Travaux archéologiques préalables à la mise en valeur du site. Fouille programmée pluriannuelle 2007-2009, Rapport final, 111 p.

- Mourre V., Gerbe M., Colonge D., Delfour G., Guillermin P. et Valdeyron N.** 2008. Site archéologique des Fieux à Miers, Lot. Travaux archéologiques préalables à la mise en valeur du site. Fouille programmée pluriannuelle 2007-2009, Deuxième rapport intermédiaire, 64 p.
- Mourre V., Gerbe M. et Guillermin P.** 2006. Site archéologique des Fieux à Miers, Lot. Travaux archéologiques préalables à la mise en valeur du site. Rapport de sondage 2006, 55 p.
- Muldner G. et Richards M.P.** 2007a. Diet and diversity at later medieval Fishergate: the isotopic evidence. *American Journal of Physical Anthropology* 134 : 162-174.
- Muldner G. et Richards M.P.** 2007b. Stable isotope evidence for 1500 years of human diet at the city of York, UK. *American Journal of Physical Anthropology* 133 : 682-697.
- Murail P., Bruzek J., Houët F. et Cunha E.** 2005. DSP: a tool for probabilistic sex diagnosis using worldwide variability in hip-bone measurements. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* 17 : 167-176.
- Murphy T.** 1959a. The changing pattern of dentine exposure in human tooth attrition. *American Journal of Physical Anthropology* 17 : 167-178.
- Murphy T.** 1959b. Gradients of dentine exposure in human molar tooth attrition. *American Journal of Physical Anthropology* 17 : 179-186.
- Museum F.** 2006. 15,000-year-old early modern human skeleton has oldest recorded case of impacted wisdom teeth. www.sciencedaily.com/releases/2006/03/060308084710.htm.
- Naudinot N. et Jacquier J.** 2014. Socio-economic organization of Final Paleolithic societies: new perspectives from an aggregation site in Western France. *Journal of Anthropological Archaeology* 35 : 177-189.
- Newell R.R., Constandse-Westermann T.S. et Meiklejohn C.** 1979. The skeletal remains of mesolithic man in western Europe: an evaluative catalogue. *Journal of Human Evolution* 8 : 1-228.
- Niederlender A. et Lacam R.** 1933. Le squelette du Cuzoul de Gramat, description des fouilles. *L'Anthropologie* 43 : 427-429.
- Oakley K.P., Campbell B.G. et Molleson T.I.** 1971. Catalog of fossil hominids. Part II: Europe. London : British Museum (Natural History), 379 p.
- Olejniczak A. et Grine F.E.** 2005. High-resolution measurements of Neandertal tooth enamel thickness by micro-focal computed tomography. *South African Journal of Science* 101 : 219-220.
- Olejniczak A.J.** 2006. Micro-computed tomography of Primate molars. PhD dissertation, Stony Brook University, 256 p.
- Olejniczak A.J., Gilbert C.C., Martin L.B., Smith T.M., Ulhaas L. et Grine F.E.** 2007a. Morphology of the enamel-dentine junction in sections of anthropoid primate maxillary molars. *Journal of Human Evolution* 53 : 292-301.
- Olejniczak A.J. et Grine F.E.** 2006. Assessment of the accuracy of dental enamel thickness measurements using microfocal X-ray computed tomography. *The Anatomical Record Part A, Discoveries in molecular, cellular, and evolutionary biology* 288 : 263-275.
- Olejniczak A.J., Smith T.M., Feeney R.N., Macchiarelli R., Mazurier A., Bondioli L., Rosas A., Fortea J., de la Rasilla M., Garcia-Taberner A., Radovic J., Skinner M.M., Toussaint M. et Hublin J.-J.** 2008a. Dental tissue proportions and enamel

- thickness in Neandertal and modern human molars. *Journal of Human Evolution* 55 : 12-23.
- Olejniczak A.J., Smith T.M., Skinner M.M., Grine F.E., Feeney R.N., Thackeray J.F. et Hublin J.-J.** 2008b. Three-dimensional molar enamel distribution and thickness in *Australopithecus* and *Paranthropus*. *Biology letters* 4 : 406-410.
- Olejniczak A.J., Tafforeau P., Feeney R.N. et Martin L.B.** 2008c. Three-dimensional primate molar enamel thickness. *Journal of Human Evolution* 54 : 187-195.
- Olejniczak A.J., Tafforeau P., Smith T.M., Temming H. et Hublin J.-J.** 2007b. Technical note: compatibility of microtomographic imaging systems for dental measurements. *American Journal of Physical Anthropology* 134 : 130-134.
- Ortiz A., Skinner M.M., Bailey S.E. et Hublin J.-J.** 2012. Carabelli's trait revisited: an examination of mesiolingual features at the enamel-dentine junction and enamel surface of *Pan* and *Homo sapiens* upper molars. *Journal of Human Evolution* 63 : 586-596.
- Osborne R.H.** 1907. Evolution of mammalian molar teeth. To and from the triangular type, including collected and revised researches on trituberculy and news sections on the forms and homologies of the molar teeth in the different orders of mammals. New York : Macmillan, 250 p.
- Pampush J.D., Duque A.C., Burrows B.R., Daegling D.J., Kenney W.F. et McGraw W.S.** 2013. Homoplasy and thick enamel in primates. *Journal of Human Evolution* 64 : 216-224.
- Pansky B.** 1982. Review of medical embryology. New York : Macmillan, 527 p.
- Papathanasiou A.** 2005. Health status of the Neolithic population of Alepotrypa Cave, Greece. *American Journal of Physical Anthropology* 126 : 377-390.
- Paredes U.M., Prys-Jones R., Adams M., Groombridge J., Kundu S., Agapow P.-M. et Abel R.L.** 2012. Micro-CT X-rays do not fragment DNA in preserved bird skins. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 50 : 247-250.
- Patte É.** 1963. Restes d'un enfant et dents du Magdalénien et du Mésolithique de Saint-Rabier (fouilles Cheynier). *L'Anthropologie* 67 : 513-524.
- Patte É.** 1968. L'homme et la femme de l'azilien de Saint-Rabier (fouilles Cheynier). Paris : Edition du Muséum, 56 p.
- Paul K.S. et Stojanowski C.M.** 2015. Performance analysis of deciduous morphology for detecting biological siblings. *American Journal of Physical Anthropology* 157 : 615-629.
- Péquart M. et Péquart S.-J.** 1929. La nécropole mésolithique de Téviec (Morbihan). *L'Anthropologie* 39 : 373-400.
- Péquart M. et Péquart S.-J.** 1934. La nécropole mésolithique de l'île d'Hoëdic. *L'Anthropologie* 44 : 1-20.
- Péquart M. et Péquart S.-J.** 1954. Hoëdic. Deuxième station nécropole du Mésolithique cotier armoricain. Anvers : De Sikkell, 92 p.
- Péquart M., Péquart S.-J., Boule M. et Vallois H.-V.** 1937. Téviec, station-nécropole mésolithique du Morbihan. Paris : Masson, 228 p.
- Péricard L. et Lwoff S.** 1940. La Marche, commune de Lussac-les-Châteaux (Vienne) : premier atelier de Magdalénien III à dalles gravées mobiles (campagnes de fouilles 1937-1938). *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 37 : 155-180.

- Perrard A.** 2012. Systématique et morphométrie géométrique : l'évolution de la nervation alaire au sein du genre *Vespa* (Hyménoptères : Vespidés). Thèse de Doctorat, Muséum National d'Histoire Naturelle, 210 p.
- Perrin T., Marchand G., Allard P., Binder D., Collina C. et Garcia-Puchol O.V., Nicolas.** 2009. Le second Mésolithique d'Europe occidentale : origine et gradient chronologique. *Annales de la Fondation Fyssen* 24 : 160-177.
- Peyrony D.** 1926. Découverte d'un squelette humain à La Madeleine. *Institut International d'Anthropologie, Amsterdam* 3 : 318-320.
- Pilloud M.A. et Hillson S.** 2012. Brief communication: the use of alternative dental measurements on deciduous teeth. *American Journal of Physical Anthropology* 149 : 299-306.
- Pinhasi R., Eshed V. et Shaw P.** 2008. Evolutionary changes in the masticatory complex following the transition to farming in the southern Levant. *American Journal of Physical Anthropology* 135 : 136-148.
- Pinhasi R. et Meiklejohn C.** 2011. Dental reduction and the transition to agriculture in Europe. In : Pinhasi R. et Stock J.T. (eds). *Human bioarchaeology of the transition to agriculture*. Chichester : John Wiley & Sons, p. 421-474.
- Pinhasi R. et Stock J.T.** 2011. Human bioarchaeology of the transition to agriculture. Chichester : John Wiley & Sons, 484 p.
- Pinhasi R., Teschler-Nicola M., Prossinger H. et Shaw P.** 2006. Diachronic trends in dental dimensions of Late Pleistocene and Early Holocene European and Near Eastern populations. *Biennial books of EAA*. Budapest : Eötvös Loránd University Press, 4, p. 117-138.
- Pinhasi R., Thomas M.G., Hofreiter M., Currat M. et Burger J.** 2012. The genetic history of Europeans. *Trends in Genetic* 28 : 496-505.
- Pinhasi R. et von Cramon-Taubadel N.** 2009. Craniometric data supports demic diffusion model for the spread of agriculture into Europe. *PLoS One* 4 : e6747.
- Pittard E. et Reverdin L.** 1929. Les stations magdaléniennes de Veyrier. *Genava : Bulletin du Musée d'art et d'histoire* 7 : 102-104.
- Polet C. et Katzenberg M.A.** 2003. Reconstruction of the diet in a mediaeval monastic community from the coast of Belgium. *Journal of Archaeological Science* 30 : 525-533.
- Polychronis G., Christou P., Mavragani M. et Halazonetis D.J.** 2013. Geometric morphometric 3D shape analysis and covariation of human mandibular and maxillary first molars. *American Journal of Physical Anthropology* 152 : 186-196.
- Potter R.H., Corruccini R.S. et Green L.J.** 1981. Variance of occlusion traits in twins. *Journal of Craniofacial Genetics and Developmental Biology* 1 : 217-227.
- Potter R.H. et Nance W.E.** 1976. A twin study of dental dimension. I. Discordance, asymmetry, and mirror imagery. *American Journal of Physical Anthropology* 44 : 391-396.
- Potter R.H., Nance W.E. et Yu P.-L.** 1978. Genetic determinants of dental dimension: a twin study. *Twin Research: Clinical Studies*. New York : Alan R. Liss, p. 235-240.
- Potter R.H., Nance W.E., Yu P.-L. et Davis W.B.** 1976. A twin study of dental dimension. II. Independent genetic determinants. *American Journal of Physical Anthropology* 44 : 397-412.
- Price T.D.** 2000. Europe's first farmers. Cambridge : Cambridge University Press, 395 p.

- Prout T.** 1964. Observations on structural reduction in evolution. *American Naturalist* 98 : 239-249.
- Provost S.** 2013. La galerie sépulcrale des Bréguières (Mougins, Alpes-Maritimes) : paramètres quantitatifs et fonctionnement d'une sépulture collective entre le VI^e et le Ve millénaire avant J.-C. Mémoire de Master 2, Université Bordeaux 1, 70 p.
- Provost S., Binder D., Castex D., Delhon C., Duday H., Durrenmath G., Gentile I., Goude G., Gourichon L., Vuillien M. et Zémour A.** 2014. Contribution 11 : Mougins - Bréguières (Alpes-Maritimes) : une sépulture collective à la transition des 6^{ème} et 5^{ème} millénaires cal BCE. In : ETIPCALP, Rapport 2014, p 197-212.
- Puymeraill L.** 2013. The functionally-related signatures characterizing the endostructural organisation of the femoral shaft in modern humans and chimpanzee. *Comptes Rendus Palevol* 12 : 223-231.
- Qu Q., Haitina T., Zhu M. et Ahlberg P.E.** 2015. New genomic and fossil data illuminate the origin of enamel. *Nature* 526 : 108-111.
- Ramirez Rozzi F.V.** 1997. Développement dentaire des hominidés du Plio-Pléistocène. Taux d'extension de l'émail chez les hominidés fossiles. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris* 325 : 293-296.
- Rasband W.S.** 2011. ImageJ. Bethesda, Maryland, USA : National Institutes of Health. <http://rsb.info.nih.gov/ij/>.
- Reimer P.J., Bard E., Bayliss A., Beck J.W., Blackwell P.G., Bronk Ramsey C., Grootes P.M., Guilderson T.P., Hafliðason H., Hajdas I., HattĹ C., Heaton T.J., Hoffmann D.L., Hogg A.G., Hughen K.A., Kaiser K.F., Kromer B., Manning S.W., Niu M., Reimer R.W., Richards D.A., Scott E.M., Southon J.R., Staff R.A., Turney C.S.M. et van der Plicht J.** 2013. IntCal13 and marine13 radiocarbon age calibration curves 0-50,000 years cal BP. *Radiocarbon* 55 : 1869-1887.
- Relethford J.H.** 2010. The study of human population genetics. In : Larsen C.S. (ed). *A companion to biological anthropology*. Chichester : Wiley-Blackwell, p. 74-87.
- Rey L., Goude G. et Rottier S.** 2014. Comportements alimentaires au Néolithique : nouveaux résultats isotopiques dans le Bassin parisien. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* 26 : S32.
- Ribeiro D., Sampson W., Hughes T.E., Brook A.H. et Townsend G.C.** 2012. Sexual dimorphism in the primary and permanent dentitions of twins: an approach to clarifying the role of hormonal factors. In : Townsend G., Kanazawa E. et Takayama H. (eds). *New directions in dental anthropology: paradigms, methodologies and outcomes*. Adelaide : University of Adelaide Press, p. 46-64.
- Ricaut F.X., Auriol V., von Cramon-Taubadel N., Keyser C., Murail P., Ludes B. et Crubezy E.** 2010. Comparison between morphological and genetic data to estimate biological relationship: the case of the Egyin Gol necropolis (Mongolia). *American Journal of Physical Anthropology* 143 : 355-364.
- Richards G.D., Jabbour R.S., Horton C.F., Ibarra C.L. et MacDowell A.A.** 2012. Color changes in modern and fossil teeth induced by synchrotron microtomography. *American Journal of Physical Anthropology* 149 : 172-180.
- Richards M.P., Schulting R.J. et Hedges R.E.M.** 2003. Sharp shift in diet at onset of Neolithic. *Nature* 425 : 365-366.

- Riga A., Belcastro M.G. et Moggi-Cecchi J.** 2014. Environmental stress increases variability in the expression of dental cusps. *American Journal of Physical Anthropology* 153 : 397-407.
- Rigaud J.-P.** 1986. Informations archéologiques : Aquitaine. *Gallia Préhistoire* 29 : 256.
- Rigaud S.** 2011. La parure : traceur de la géographie culturelle et des dynamiques de peuplement au passage Mésolithique-Néolithique en Europe. Thèse de doctorat, Université Bordeaux 1, 476 p.
- Rigaud S., d'Errico F. et Vanhaeren M.** 2015. Ornaments reveal resistance of north european cultures to the spread of farming. *PLoS One* 10 : e0121166.
- Riquet R. et Gilbert A.** 1984. V. Anthropologie. *Gallia Préhistoire* 27 : 117-119.
- Risnes S.** 1985. A scanning electron microscopy study of three dimensional extent of Retzius lines in human dental enamel. *Scandinavian Journal of Dental Research* 93 : 145-152.
- Rivollat M., Mendisco F., Pemonge M.-H., Safi A., Saint-Marc D., Bremond A., Couture-Veschambre C., Rottier S. et Deguilloux M.-F.** 2015. When the waves of European neolithization met: first paleogenetic evidence from early farmers in the southern Paris Basin. *PLoS One* 10 : e0125521.
- Robinson C., Brookes S.J., Shore R.C. et Krirkham J.** 1998. The developing enamel matrix: nature and function. *European Journal of Oral Science* S106 : 282-291.
- Rohlf F.J. et Slice D.E.** 1990. Extensions of the Procrustes method for the optimal superimposition of landmarks. *Systematic Biology* 39 : 40-59.
- Rossi M., Casali F., Romani D., Bondioli L., Macchiarelli R. et Rook L.** 2004. MicroCT Scan in paleobiology: application to the study of dental tissues. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms* 213 : 747-750.
- Rottier S.** 2007. L'architecture funéraire des sépultures du Néolithique moyen des Noisats à Gurgy (Yonne, France). In : Moinat P. et Chambon P. (eds). *Les cistes de Chamblandes et la place des coffres dans les pratiques funéraires du Néolithique moyen occidental*. Actes du colloque de Lausanne, 12-13 mai 2006. Cahiers d'archéologie romande, 110, p. 99-107.
- Rottier S., Mordant C., Chambon P. et Thevenet C.** 2005. Découverte de plus d'une centaine de sépultures du Néolithique moyen à Gurgy, les Noisats (Yonne). *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 102 : 641-645.
- Rougier H., Bayle P., Le Luyer M. et Maureille B.** 2012. Découverte de nouveaux restes humains au Piage, mise à jour des données paléanthropologiques et poursuite de l'étude du matériel humain. . In : Bordes J.G. et Le Brun-Ricalens F. (eds). *Le Piage, Rapport de fouille intermédiaire*, p. 94-111.
- Roussot-Larroque J.** 1977. Néolithisation et Néolithique ancien d'Aquitaine. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 74 : 559-582.
- Roussot-Larroque J.** 1995. La séquence néolithique de la Lède du Gurg et sa chronologie. *Revue Archéologique de l'Ouest* 7 : 75-87.
- Roussot-Larroque J.** 1997. Eight millenia under the sand dunes: a detailed Holocene sequence on the atlantic shoreline in the north Médoc: la Lède du Gurg. In : Tastet J.-P. et Massé L. (eds). *Les changements côtiers holocènes en Aquitaine, leurs relations avec l'occupation humaine*. Aquitaine, 19-25 avril 1997, 7 p.

- Roussot-Larroque J.** 1998. Le sud-ouest de la France. In : Guilaine J. (ed). *Atlas du Néolithique européen*. Liège : Études et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège., p. 689-761.
- Rozoy J.-G.** 1978. Les derniers chasseurs, l'Épipaléolithique en France et en Belgique, essai de synthèse. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux 1, 1509 p.
- Ruch J.V.** 2001. Développement dentaire normal. In : Piette E. et Goldberg M. (eds). *La dent normale et pathologique*. Bruxelles : De Boeck, p. 5-17.
- Ruff C.B., Holt B., Niskanen M., Sladek V., Berner M., Garofalo E., Garvin H.M., Hora M., Junno J.A., Schuplerova E., Vilkkama R. et Whittey E.** 2015. Gradual decline in mobility with the adoption of food production in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 112 : 7147-7152.
- Salazar-Ciudad I. et Jernvall J.** 2002. A gene network model accounting for development and evolution of mammalian teeth. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 99 : 8116-8120.
- Salazar-Ciudad I. et Jernvall J.** 2010. A computational model of teeth and the developmental origins of morphological variation. *Nature* 464 : 583-586.
- Salido E., Yen P., Koprivnikar K., Yu L.C. et Shapiro L.J.** 1992. The human enamel protein gene amelogenin is expressed from both the X and the Y chromosomes. *American Journal of Human Genetics* 50 : 303-316.
- Sansilbano-Collilieux M.** 1990. Les caractères discrets et le recrutement de deux nécropoles du Haut Moyen Age à Poitiers (Vienne). *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* 2 : 179-183.
- Saunders S., DeVito C., Herring A., Southern R. et Hoppa R.** 1993. Accuracy tests of tooth formation age estimations for human skeletal remains. *American Journal of Physical Anthropology* 92 : 173-188.
- Scheuer L. et Black S.** 2000. *Developmental juvenile osteology*. London : Academic Press, 587 p.
- Schmitt A.** 2005. Une nouvelle méthode pour estimer l'âge au décès des adultes à partir de la surface sacro-pelvienne iliaque. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* 17 : 1-13.
- Schulting R.J.** 1999. Nouvelles dates AMS à Tévéc et Hoëdic (Quiberon, Morbihan). *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 96 : 203-207.
- Schulting R.J.** 2011. Mesolithic-Neolithic transitions: an isotopic tour through Europe. In : Pinhasi R. et Stock J.T. (eds). *Human bioarchaeology of the transition to agriculture*. Chichester : John Wiley & Sons, p. 15-41.
- Schulting R.J., Blockley S.M., Bocherens H., Drucker D. et Richards M.** 2008. Stable carbon and nitrogen isotope analysis on human remains from the Early Mesolithic site of La Vergne (Charente-Maritime, France). *Journal of Archaeological Science* 35 : 763-772.
- Schulting R.J. et Richards M.P.** 2001. Dating women and becoming farmers: new palaeodietary and AMS dating evidence from the Breton Mesolithic cemeteries of Tévéc and Hoëdic. *Journal of Anthropological Archaeology* 20 : 314-344.
- Schwartz G.T.** 2000a. Enamel thickness and the helicoidal wear plane in modern human mandibular molars. *Archives of Oral Biology* 45 : 401-409.

- Schwartz G.T.** 2000b. Taxonomic and functional aspects of the patterning of enamel thickness distribution in extant large-bodied hominoids. *American Journal of Physical Anthropology* 111 : 211-244.
- Schwartz G.T. et Dean M.C.** 2000. Interpreting the hominid dentition: ontogenetic and phylogenetic aspects. In : O'Higgins P. et Cohn M. (eds). *Development, growth and evolution. Implications for the study of the hominid skeleton*. London : Academic Press, p. 207-233.
- Schwartz G.T. et Dean M.C.** 2005. Sexual dimorphism in modern human permanent teeth. *American Journal of Physical Anthropology* 128 : 312-317.
- Schwartz G.T. et Dean M.C.** 2008. Charting the chronology of developing dentitions. In : Irish J.D. et Nelson G.C. (eds). *Technique and application in dental anthropology*. Cambridge : Cambridge University Press, p. 219-233.
- Schwartz J.H. et Tattersall I.** 2002. The human fossil record. Volume 2: craniodental morphology of genus *Homo* (Africa and Asia). Wiley-Liss, 603 p.
- Schwartz J.H. et Tattersall I.** 2005. The human fossil record. Volume 4: craniodental morphology of early hominids (genera *Australopithecus*, *Paranthropus*, *Orrorin*) : Wiley-Liss, 561 p.
- Scott E.C.** 1979a. Dental wear scoring technique. *American Journal of Physical Anthropology* 51 : 213-218.
- Scott E.C.** 1979b. Increase of tooth size in Prehistoric coastal Peru, 10000 BP - 1000BP. *American Journal of Physical Anthropology* 50 : 251-258.
- Scott G.R.** 1980. Population variation of Carabelli's trait. *Human Biology* 52 : 63-78.
- Scott G.R. et Turner C.G.** 1988. Dental anthropology. *Annual Review of Anthropology* 17 : 99-126.
- Scott G.R. et Turner C.G.** 1997. The anthropology of modern human teeth. Dental morphology and its variation in recent human populations. Cambridge : Cambridge University Press, 382 p.
- Searle A.G.** 1954. Genetical studies on the skeleton of the mouse. XI. The influence of diet on variation within pure lines. *Journal of Genetics* 52 : 413-424.
- Seilacher A.** 1970. Arbeitskonzept zur Konstruktions-Morphologie. *Lethaia* 3 : 393-396.
- Shaw C.N. et Stock J.T.** 2013. Extreme mobility in the Late Pleistocene? Comparing limb biomechanics among fossil *Homo*, varsity athletes and Holocene foragers. *Journal of Human Evolution* 64 : 242-249.
- Shellis R.P., Beynon A.D., Reid D.J. et Hiiemae K.M.** 1998. Variations in molar enamel thickness among primates. *Journal of Human Evolution* 35 : 507-522.
- Skinner M.F.** 2008. Enamel-dentine junction morphology of extant hominoid and fossil hominin lower molars. PhD dissertation, George Washington University, 202 p.
- Skinner M.M., Alemseged Z., Gaunitz C. et Hublin J.-J.** 2015. Enamel thickness trends in Plio-Pleistocene hominin mandibular molars. *Journal of Human Evolution* 85 : 35-45.
- Skinner M.M., Evans A., Smith T., Jernvall J., Tafforeau P., Kupczik K., Olejniczak A.J., Rosas A., Radovic J., Thackeray J.F., Toussaint M. et Hublin J.-J.** 2010. Brief communication: contributions of enamel-dentine junction shape and enamel deposition to primate molar crown complexity. *American Journal of Physical Anthropology* 142 : 157-163.

- Skinner M.M. et Gunz P.** 2010. The presence of accessory cusps in chimpanzee lower molars is consistent with a patterning cascade model of development. *Journal of Anatomy* 217 : 245-253.
- Skinner M.M., Gunz P., Wood B.A., Boesch C. et Hublin J.-J.** 2009a. Discrimination of extant *Pan* species and subspecies using the enamel-dentine junction morphology of lower molars. *American Journal of Physical Anthropology* 140 : 234-243.
- Skinner M.M., Gunz P., Wood B.A. et Hublin J.-J.** 2009b. How many landmarks? Assessing the classification accuracy of *Pan* lower molars using a geometric morphometric analysis of the occlusal basin as seen at the enamel-dentine junction. *Front Oral Biology* 13 : 23-29.
- Skinner M.M., Gunz P., Wood B.A. et Hublin J.-J.** 2008a. Enamel-dentine junction (EDJ) morphology distinguishes the lower molars of *Australopithecus africanus* and *Paranthropus robustus*. *Journal of Human Evolution* 55 : 979-988.
- Skinner M.M., Wood B.A., Boesch C., Olejniczak A.J., Rosas A., Smith T.M. et Hublin J.-J.** 2008b. Dental trait expression at the enamel-dentine junction of lower molars in extant and fossil hominoids. *Journal of Human Evolution* 54 : 173-186.
- Slice D.E.** 2005. Modern morphometrics in physical anthropology. New York : Kluwer Academic / Plenum Publishers, 383 p.
- Smith B.H.** 1984. Patterns of molar wear in hunter-gatherers and agriculturalists. *American Journal of Physical Anthropology* 63 : 39-56.
- Smith P.** 1977. Selective pressures and dental evolution in hominids. *American Journal of Physical Anthropology* 47 : 453-458.
- Smith P.** 1982. Dental reduction: selection or drift? In : Kurten B. (ed). *Teeth: form, function, and evolution*. New York : Columbia University Press, p. 366-379.
- Smith P., Wax Y., Adler F., Silberman U. et Heinic G.** 1986. Post-Pleistocene changes in tooth root and jaw relationships. *American Journal of Physical Anthropology* 70 : 339-348.
- Smith T.M.** 2013. Teeth and human life-history evolution. *Annual Review of Anthropology* 42 : 191-208.
- Smith T.M., Bacon A.-M., Demeter F., Kullmer O., Nguyen K.T., de Vos J., Wei W., Zermeno J.P. et Zhao L.** 2011. Dental tissue proportions in fossil orangutans from mainland Asia and Indonesia. *Human Origins Research* 1 : 1-8.
- Smith T.M., Olejniczak A.J., Martin L.B. et Reid D.J.** 2005. Variation in hominoid molar enamel thickness. *Journal of Human Evolution* 48 : 575-592.
- Smith T.M., Olejniczak A.J., Reh S., Reid D.J. et Hublin J.-J.** 2008. Brief communication: enamel thickness trends in the dental arcade of humans and chimpanzees. *American Journal of Physical Anthropology* 136 : 237-241.
- Smith T.M., Olejniczak A.J., Reid D.J., Ferrell R.J. et Hublin J.-J.** 2006a. Modern human molar enamel thickness and enamel-dentine junction shape. *Archives of Oral Biology* 51 : 974-995.
- Smith T.M., Olejniczak A.J., Tafforeau P., Reid D.J., Grine F.E. et Hublin J.-J.** 2006b. Molar enamel thickness, volume, and development in South African Middle Stone Age humans. *South African Journal of Science* 102 : 513-517.
- Smith T.M., Olejniczak A.J., Zermeno J.P., Tafforeau P., Skinner M.M., Hoffmann A., Radovic J., Toussaint M., Kruszynski R., Menter C., Moggi-Cecchi J.,**

- Glasmacher U.A., Kullmer O., Schrenk F., Stringer C. et Hublin J.-J.** 2012. Variation in enamel thickness within the genus *Homo*. *Journal of Human Evolution* 62 : 395-411.
- Smith T.M., Reid D.J., Dean M.C., Olejniczak A.J., Ferrell R.J. et Martin L.B.** 2007a. New perspectives on chimpanzee and human molar crown development. In : Bailey S.E. et Hublin J.-J. (eds). *Dental perspectives on human evolution*. New York : Springer, p.177-192.
- Smith T.M. et Tafforeau P.** 2008. New visions of dental tissue research: tooth development, chemistry, and structure. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews* 17 : 213-226.
- Smith T.M., Tafforeau P., Le Cabec A., Bonnin A., Houssaye A., Pouech J., Moggi-Cecchi J., Manthi F., Ward C., Makaremi M. et Menter C.G.** 2015. Dental ontogeny in Pliocene and Early Pleistocene hominins. *PLoS One* 10 : e0118118.
- Smith T.M., Tafforeau P., Reid D.J., Grun R., Eggers S., Boutakiout M. et Hublin J.-J.** 2007b. Earliest evidence of modern human life history in North African early *Homo sapiens*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104 : 6128-6133.
- Smith T.M., Tafforeau P., Reid D.J., Pouech J., Lazzari V., Zermeno J.P., Guatelli-Steinberg D., Olejniczak A.J., Hoffman A., Radovic J., Makaremi M., Toussaint M., Stringer C. et Hublin J.-J.** 2010. Dental evidence for ontogenetic differences between modern humans and Neanderthals. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 107 : 20923-20928.
- Sofaer J.A., Bailit H.L. et MacLean C.J.** 1971a. A developmental basis for differential tooth reduction during hominid evolution. *Evolution* 25 : 509-517.
- Sofaer J.A., Chung C.S., Niswander J.D. et Runck D.W.** 1971b. Developmental interaction, size and agenesis among permanent maxillary incisors. *Human Biology* 43 : 36-45.
- Spears I.R. et Macho G.A.** 1995. The helicoidal occlusal plane - a functional and biomechanical appraisal of molars. In : Radlanski R.J. et Renz H. (eds). *Proceedings of the 10th International Symposium on Dental Morphology*. Berlin : "M" Marketing Services, p. 391-297.
- Spoor F., Jeffery N. et Zonneveld F.** 2000. Imaging skeletal growth and evolution. In : O'Higgins P. et Cohn M. (eds). *Development, growth and evolution: implications for the study of the hominid*. London : Academic Press, p. 123-161.
- Spoor F., Zonneveld F. et Macho G.A.** 1993. Linear measurements of cortical bone and dental enamel by computed tomography: applications and problems. *American Journal of Physical Anthropology* 91 : 469-484.
- Stahl-Gretsch L.-I.** 2005. Les squelettes "magdaléniens" de Veyrier remis en contexte. *Annuaire de la Société Suisse de Préhistoire et d'Archéologie* 88 : 283-291.
- Sun Y., Lu Y., Chen L., Gao T., D'Souza R., Feng J.Q. et Qin C.** 2011. DMP1 processing is essential to dentin and jaw formation. *Journal of Dental Research* 90 : 619-624.
- Surmely F., Fontana L. et de Laguillaumie B.** 2000. Le Cheix (Saint-Diéry, Puy-de-Dôme) : une occupation épipaléolithique de la moyenne montagne auvergnate. In : *Les derniers chasseurs-cueilleurs d'Europe occidentale (13000 - 5500 av. J.-C.)*. Actes du colloque international de Besançon, 23-25 octobre 1998, p. 187-193.

- Suwa G., Kono R.T., Simpson S.W., Asfaw B., Lovejoy C.O. et White T.D.** 2009. Paleobiological implications of the *Ardipithecus ramidus* dentition. *Science* 326 : 94-99.
- Suwa G.E.N. et Kono R.T.** 2005. A micro-CT based study of linear enamel thickness in the mesial cusp section of human molars: reevaluation of methodology and assessment of within-tooth, serial, and individual variation. *Anthropological Science* 113 : 273-289.
- Szmidt C.C., Laroulandie V., Dachary M., Langlais M. et Costamagno S.** 2009. Harfang, renne et cerf : nouvelles dates 14C par SMA du Magdalénien supérieur du Bassin aquitain au Morin (Gironde) et Bourrouilla (Pyrénées-Atlantiques). *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 206 : 583-601.
- Tafforeau P.** 2004. Aspects phylogénétiques et fonctionnels de la microstructure de l'émail dentaire et de la structure tridimensionnelle des molaires chez les primates fossiles et actuels : apports de la microtomographie à rayonnement X synchrotron. Thèse de doctorat, Université Montpellier II, 300 p.
- Tafforeau P., Boistel R., Boller E., Bravin A., Brunet M., Chaimanee Y., Cloetens P., Feist M., Hoszowska J., Jaeger J.J., Kay R.F., Lazzari V., Marivaux L., Nel A., Nemoz C., Thibault X., Vignaud P. et Zabler S.** 2006. Applications of X-ray synchrotron microtomography for non-destructive 3D studies of paleontological specimens. *Applied Physics A* 83 : 195-202.
- Tafforeau P., Le Cabec A., Bonazzi M., Schünemann V., Viola B., Harvati K., Pääbo S., Krause J. et Hublin J.-J.** 2013. Insights about the effect of X-ray imaging on recent fossils: facts, deductions, speculations and phantasms. *Proceeding of the European Society for the study of Human Evolution* 2: 222.
- Tafforeau P., Le Cabec A., Immel A., Bonazzi M., Schünemann V., Herbig A., Temming H., Viola B., Hublin J.-J. et Krause J.** 2015. Reconciling X-ray microtomography of recent fossils and paleogenetics: simple technical solutions and good practices. *Proceeding of the European Society for the study of Human Evolution* 4: 215.
- Tafforeau P. et Smith T.M.** 2008. Nondestructive imaging of hominoid dental microstructure using phase contrast X-ray synchrotron microtomography. *Journal of Human Evolution* 54 : 272-278.
- Tafforeau P., Zermeno J.P. et Smith T.M.** 2012. Tracking cellular-level enamel growth and structure in 4D with synchrotron imaging. *Journal of Human Evolution* 62 : 424-428.
- Tartar É., White R., Chiotti L., Cretin C. et Mensan R.** 2014. Quel(s) Aurignacien(s) à l'abri Blanchard (Sergeac, Dordogne, France) ? Données des collections d'industrie osseuse conservées aux États-Unis et retour sur le terrain. *Paleo* 25 : 309-331.
- Teaford M.F.** 2007. What do we know and not know about diet and enamel structure? In : Ungar P.S. (ed). *Evolution of the human diet: the known, the unknown, and the unknowable*. New York : Oxford University Press, p. 56-76.
- Teaford M.F. et Ungar P.S.** 2000. Diet and the evolution of the earliest human ancestors. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 97 : 13506-13511.
- Tekin M., Hişmi B.O., Fitoz S., Ozdağ H., Cengiz F.B., Sirmaci A., Aslan I., Inceoğlu B., Yüksel-Konuk E.B., Yilmaz S.T., Yasun O. et Akar N.** 2007. Homozygous mutations in fibroblast growth factor 3 are associated with a new syndromic deafness characterized by inner ear agenesis, microtia, and microdontia. *American Journal of Human Genetics* 80 : 338-344.
- Testart A.** 2012. Avant l'histoire. L'évolution des sociétés de Lascaux à Carnac. Paris : Gallimard, 549 p.

- Testut L.** 1890. Recherches anthropologiques sur le squelette quaternaire de Chancelade, Dordogne. *Bulletin de la Société Anthropologique de Lyon* 8 : 131-246.
- Thesleff I.** 2006. The genetic basis of tooth development and dental defects. *American Journal of Medical Genetics Part A* 140 : 2530-2535.
- Thomas A.** 2011. Identités funéraires, variants biologiques et facteurs chronologiques : une nouvelle perception du contexte culturel et social du Cerny (Bassin parisien, 4700-4300 avant J.-C.). Thèse de doctorat, Université Bordeaux 1, 788 p.
- Thompson D.A.W.** 1992. On growth and form. The complete revised edition. Cambridge : Cambridge University Press, 1116 p.
- Toussaint M., Olejniczak A.J., El Zaatari S., Cattelain P., Flas D., Letourneux C. et Pirson S.** 2010. The Neandertal lower right deciduous second molar from Trou de l'Abime at Couvin, Belgium. *Journal of Human Evolution* 58 : 56-67.
- Townsend G.** 1980. Heritability of deciduous tooth size in Australian Aborigines. *American Journal of Physical Anthropology* 53 : 297-300.
- Townsend G., Bockmann M., Hughes T. et Brook A.** 2012. Genetic, environmental and epigenetic influences on variation in human tooth number, size and shape. *Odontology* 100 : 1-9.
- Townsend G. et Brown T.** 1978. Heritability of permanent tooth size. *American Journal of Physical Anthropology* 49 : 497-504.
- Townsend G. et Brown T.** 1979. Family studies of tooth size factors in the permanent dentition. *American Journal of Physical Anthropology* 50 : 183-190.
- Townsend G., Hughes T., Luciano M., Bockmann M. et Brook A.** 2009. Genetic and environmental influences on human dental variation: a critical evaluation of studies involving twins. *Archives of Oral Biology* 54 : S45-S51.
- Townsend G.C., Jensen B.L. et Alvesalo L.** 1984. Reduced tooth size in 45,X (Turner Syndrome) females. *American Journal of Physical Anthropology* 54 : 367-371.
- Townsend G.C., Richards L.C., Hughes T.E., Pinkerton S. et Schwerdt W.** 2005. Epigenetics influences may explain dental differences in monozygotic twin pairs. *Australian Dental Journal* 50 : 95-100.
- Tresset A. et Vigne J.D.** 2011. Last hunter-gatherers and first farmers of Europe. *Comptes Rendus Biologies* 334 : 182-189.
- Turner C.G.** 1979. Dental anthropological indications of agriculture among the Jomon people of Central Japan. *American Journal of Physical Anthropology* 51 : 619-636.
- Turner C.G.** 1987. Late Pleistocene and Holocene population history of East Asia based on dental variation. *American Journal of Physical Anthropology* 73 : 305-321.
- Turner C.G., Nichol C.R. et Scott G.R.** 1991. Scoring procedures for key morphological traits of the permanent dentition: the Arizona State University Dental Anthropology System. In : Kelly M. et Larsen C.S. (eds). *Advances in dental anthropology*. New York : Wiley-Liss, p. 13-31.
- Ullinger J.M., Sheridan S.G., Hawkey D.E., Turner C.G. et Cooley R.** 2005. Bioarchaeological analysis of cultural transition in the southern Levant using dental nonmetric traits. *American Journal of Physical Anthropology* 128 : 466-476.
- Ungar P.S.** 2007. Evolution of the human diet: the known, the unknown, and the unknowable. Oxford : Oxford University Press, 413 p.

- Ungar P.S.** 2008. Dental allometry, morphology and wear as evidence for diet in fossil primates. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews* 6 : 205-217.
- Ungar P.S.** 2010. Mammal teeth. Origin, evolution, and diversity. Baltimore : Johns Hopkins University Press, 320 p.
- Ungar P.S.** 2011. Dental evidence for the diets of Plio-Pleistocene hominins. *American Journal of Physical Anthropology* 146 Suppl 53 : 47-62.
- Ungar P.S.** 2014. Teeth: a very short introduction. Oxford : Oxford University Press, 137 p.
- Ungar P.S. et Kay R.F.** 1995. The dietary adaptations of European Miocene catarrhines. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 92 : 5479-5481.
- Vahtokari A., Aberg T., Jernvall J., Keränen S. et Thesleff I.** 1996. The enamel knot as a signaling center in the developing mouse tooth. *Mechanisms of Development* 54 : 39-43.
- Valdeyron N.** 2011. Derniers chasseurs et premiers bûcherons ? La question des haches et des herminettes dans le Mésolithique européen. In : Servelle C. (ed). *Haches de pierres au Néolithique, les premiers paysans du Tarn*. Comité départemental d'archéologie du Tarn, p. 419-434.
- Valdeyron N.** 2013. Of Men and Nuts. Essai sur le Mésolithique et sur la place qu'y tient le végétal. Habilitation à diriger des Recherches, Université Toulouse 2 Le Mirail, 169 p.
- Valdeyron N.** 2014. Le Mésolithique, une révolution verte au cœur de l'Europe des forêts ? Éléments pour une amorce de réflexion. In : Henry A., Marquebielle B., Chesnaux L. et Michel S. (eds). *Des techniques aux territoires : nouveaux regards sur les cultures mésolithiques*. Actes de la table-ronde, 22-23 novembre 2012, Maison de la recherche, Toulouse (France). P@lethnology, 6, 84-88.
- Valdeyron N., Bosc-Zanardo B. et Briand T.** 2009. Évolutions des armatures de pierre et dynamiques culturelles durant le Mésolithique dans le sud-ouest de la France : l'exemple du Haut Quercy (Lot, France). In : Pétilion J.-M., Dias-Meirinho M.H., Cattelain P., Honegger M., Normand C. et Valdeyron N. (eds). *Recherches sur les armatures de projectiles du Paléolithique supérieur au Néolithique*. Actes du colloque C83, XV^e congrès de l'UISPP, Lisbonne, 4-9 septembre 2006. P@lethnologie, 1, 278-295.
- Valdeyron N., Bosc-Zanardo B., Briand T., Henry A., Marquebielle B. et Michel S.** 2011a. Le gisement du Cuzoul de Gramat (Lot, France) : présentation des nouveaux travaux et résultats préliminaires. *Archives d'Ecologie Préhistorique* 197-211.
- Valdeyron N., Briand T., Bouby L., Henry A., Khedhaier R., Marquebielle B., Martin H., Thibeau A. et Bosc-Zanardo B.** 2011b. Le gisement mésolithique des Fieux (Miers, Lot) : une halte de chasse sur le causse de Gramat ? In : Bon F., Costamagno S. et Valdeyron N. (eds). *Haltes de chasse en Préhistoire. Quelles réalités archéologiques ?* Actes du colloque international du 13 au 15 mai 2009, Université Toulouse 2 - Le Mirail. P@lethnologie, 3, 337-346.
- Vallois H.-V.** 1946. Nouvelles recherches sur le squelette de Chancelade. *L'Anthropologie* 50 : 65-202.
- Vallois H.-V.** 1970. Le squelette mésolithique du Cheix (Puy-de-Dôme). *L'Anthropologie* 12 : 3-20.
- Vallois H.-V.** 1971. Le crâne trépané magdalénien de Rochereil. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 68 : 485-495.

- Vallois H.-V.** 1974. L'homme fossile de Rochereil (Dordogne) et les mésolithiques du Centre et de l'Ouest de la France. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, Série D* 278 : 1837-1840.
- Vallois H.-V. et de Felice S.** 1977. Les Mésolithiques de France : étude anthropologique. Paris : Masson, 194 p.
- Vallois H.-V. et Movius J.L.** 1953. Catalogue des Hommes fossiles. In : *XIXe Congrès Géologique International, Alger 1952*. Macon : Imprimerie Protat Frères, 5, 378.
- Vandermeersch B.** 1976. Informations archéologiques : Poitou-Charentes. *Gallia Préhistoire* 19 : 440-441.
- Vandermeersch B.** 1978. Informations archéologiques : Poitou-Charentes. *Gallia Préhistoire* 21 : 509-510.
- Vandermeersch B.** 1980. Informations archéologiques : Poitou-Charentes. *Gallia Préhistoire* 23 : 309.
- Vandermeersch B.** 1983. Informations archéologiques : Poitou-Charentes. *Gallia Préhistoire* 26 : 368.
- Vanhaeren M. et d'Errico F.** 2003. Le mobilier funéraire de la Dame de Saint-Germain-la-Rivière (Gironde) et l'origine paléolithique des inégalites. *Paleo* 15 : 195-238.
- Vaufrey R.** 1938. Découverte d'un squelette azilien à Rochereil. *L'Anthropologie* 48 : 155-166.
- Verdène J.** 1975. La denture des hommes du Paléolithique supérieur et du Mésolithique français. Doctorat de 3e cycle, Université de Paris VII, 317 p.
- Verjux C.** 1997. Les fosses mésolithiques d'Auneau (Eure-et-Loir, France). In : Crotti P. (ed). *Actes de la table ronde "Épipaléolithique et Mésolithique"*, Lausanne, 21-23 novembre 1997. Cahiers d'archéologie romande 81, p. 129-138.
- Verjux C.** 1999. Chronologie des rites funéraires mésolithiques à Auneau (Eure-et-Loir, France). In : Bintz P. (ed). *L'Europe des derniers chasseurs : Épipaléolithique et Mésolithique*. Actes du 5e colloque international UISPP, Grenoble, 18-23 septembre 1995, p. 293-202.
- Verjux C.** 2015. Les structures en creux du site mésolithique d'Auneau "le Parc du Château" (Eure-et-Loir). Nouveau bilan et implications concernant le mode de vie des dernières populations de chasseurs-collecteurs en Europe. Thèse de doctorat, Université de Paris 1.
- Verjux C. et Dubois J.-P.** 1994. Rites funéraires mésolithiques originaux à Auneau (Eure-et-Loir). In : Fagnard J.-P. et Thévenin A. (eds). *Le tardiglaciaire en Europe du Nord-Ouest*. Amiens, 26-30 octobre 1994. Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, p. 265-277.
- Verjux C. et Dubois J.-P.** 1996. Une sépulture mésolithique en position assise sur le site du "Parc du Château" à Auneau (Eure-et-Loir). *Revue Archéologique du Centre de la France* 35 : 83-96.
- Verjux C., Dubois J.-P., Gasnier M. et Greuin M.** 2007. Le site néolithique d'Auneau "le Parc du Château" (Eure-et-Loir). Bâtiment et sépulture sous dalle néolithiques. Rapport de synthèse 2002-2007, p. 95-176.
- Verjux C., Simonin D. et Richard G.** 1998. Des sépultures mésolithiques aux tombes sous dalle. In : Guilaine J. (ed). *Sépultures d'Occident et genèses des mégalithismes (9000-3500 avant notre ère)*. Paris : Errance, p. 59-70.

- Vilain R.** 1961. Culoz (Ain) : un gisement mésolithique avec sépulture dans le Bugey (notes préliminaires). *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 58 : 450-461.
- Villotte S.** 2009. Enthésopathies et activités des hommes préhistoriques. Recherche méthodologique et application aux fossiles européens du Paléolithique supérieur et du Mésolithique. Oxford : Archaeopress. Publishers of British Archaeological Reports, 382 p.
- Villotte S., Churchill S.E., Dutour O.J. et Henry-Gambier D.** 2010. Subsistence activities and the sexual division of labor in the European Upper Paleolithic and Mesolithic: evidence from upper limb enthesopathies. *Journal of Human Evolution* 59 : 35-43.
- Villotte S., Stefanovic S. et Knüsel C.J.** 2014. External auditory exostoses and aquatic activities during the Mesolithic and the Neolithic in Europe: results from a large prehistoric sample. *Anthropologie Brno* LII : 73-89.
- Vogel E.R., van Woerden J.T., Lucas P.W., Utami Atmoko S.S., van Schaik C.P. et Dominy N.J.** 2008. Functional ecology and evolution of hominoid molar enamel thickness: *Pan troglodytes schweinfurthii* and *Pongo pygmaeus wurmbii*. *Journal of Human Evolution* 55 : 60-74.
- Voisin J.-L., Condemi S., Wolpoff M.H. et Frayer D.W.** 2012. A new online database (<http://anthropologicaldata.free.fr>) and a short reflection about the productive use of compiling internet data. *PaleoAnthropology* 2012 : 241-244.
- Von Bonin G.** 1935. The Magdalenian skeleton from Cap Blanc in the Fields Museum of Natural History. Urbana : University of Illinois Bulletin, 34, 76 p.
- Von Cramon-Taubadel N.** 2011. Global human mandibular variation reflects differences in agricultural and hunter-gatherer subsistence strategies. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 108 : 19546-19551.
- Wall C.E., Vinyard C.J., Johnson K.R., Williams S.H. et Hylander W.L.** 2006. Phase II jaw movements and masseter muscle activity during chewing in *Papio anubis*. *American Journal of Physical Anthropology* 129 : 215-224.
- Watson J.T.** 2008. Changes in food processing and occlusal dental wear during the early agricultural period in northwest Mexico. *American Journal of Physical Anthropology* 135 : 92-99.
- Weber G.W.** 2014. Virtual Anthropology. *American Journal of Physical Anthropology* 156 : 22-42.
- Weber G.W. et Bookstein F.L.** 2011. Virtual anthropology. A guide to a new interdisciplinary field. Wien : Springer Wien New York, 423 p.
- White T.D. et Folkens P.A.** 2005. The human bone manual. London : Elsevier, 464 p.
- Wolpoff M.H.** 1971. Metric trends in hominid dental evolution. Cleveland : Press of Case Western Reserve University, 244 p.
- Wolpoff M.H.** 1976. Dental reduction and the probable mutation effect. *American Journal of Physical Anthropology* 43 : 307-308.
- y'Edynak G.** 1978. Culture, diet and dental reduction in Mesolithic forager-fishers of Yugoslavia. *Current Anthropology* 19 : 616-618.
- y'Edynak G.** 1989. Yugoslav Mesolithic dental reduction. *American Journal of Physical Anthropology* 78 : 17-36.

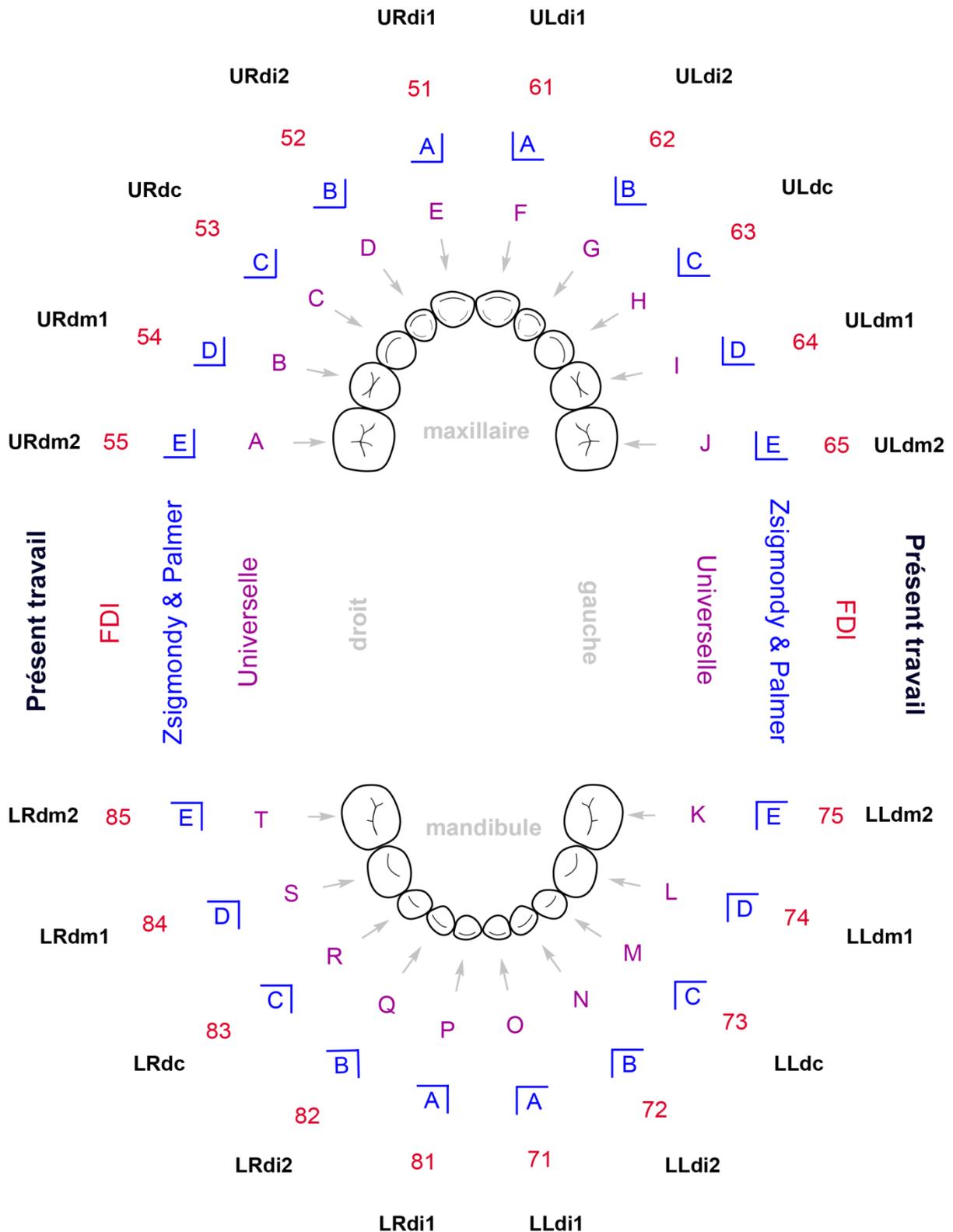
- y'Edynak G. et Fleisch S.** 1983. Microevolution and biological adaptability in the transition from food collecting to food-producing in the Iron gates of Yugoslavia. *Journal of Human Evolution* 12 : 279-296.
- Zanoli C.** 2011. L'organisation endostructurale de restes dentaires humains du Pléistocène inférieur final-moyen initial d'Indonésie et d'Afrique, avec une attention particulière à *Homo erectus* s.s. Caractérisation comparative à haute résolution et problématiques taxinomiques. Thèse de doctorat, Muséum National d'Histoire Naturelle, 744 p.
- Zanoli C.** 2014. Molar crown inner structural organization in Javanese *Homo erectus*. *American Journal of Physical Anthropology* 156 : 148-157.
- Zanoli C.** 2015. L'épaisseur de l'émail comme indicateur adaptatif écosensible. Comment varie-t-elle entre dents déciduales et permanentes chez les hominidés actuels et fossiles ? *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* 27 : S28.
- Zanoli C., Bayle P. et Macchiarelli R.** 2010. Tissue proportions and enamel thickness distribution in the early Middle Pleistocene human deciduous molars from Tighenif, Algeria. *Comptes Rendus Palevol* 9 : 341-348.
- Zanoli C., Bondioli L., Coppa A., Dean M.C., Bayle P., Candilio F., Capuani S., Dreossi D., Fiore I., Frayer D.W., Libsekal Y., Mancini L., Rook L., Medin Tekle T., Tuniz C. et Macchiarelli R.** 2014. The late Early Pleistocene human dental remains from Uadi Aalad and Mulhuli-Amo (Buia), Eritrean Danakil: macromorphology and microstructure. *Journal of Human Evolution* 74 : 96-113.
- Zanoli C., Bondioli L., Mancini L., Mazurier A., Widiyanto H. et Macchiarelli R.** 2012. Brief communication: two human fossil deciduous molars from the Sangiran dome (Java, Indonesia): outer and inner morphology. *American Journal of Physical Anthropology* 147 : 472-481.
- Zanoli C., Dean C., Rook L., Bondioli L., Mazurier A. et Macchiarelli R.** 2016. Enamel thickness and enamel growth in *Oreopithecus*: combining microtomographic and histological evidence. *Comptes Rendus Palevol* 15 : 209-226.
- Zanoli C., Grine F.E., Kullmer O., Schrenk F. et Macchiarelli R.** 2015. The early Pleistocene deciduous hominid molar FS-72 from the Sangiran Dome of Java, Indonesia: a taxonomic reappraisal based on its comparative endostructural characterization. *American Journal of Physical Anthropology* 157 : 666-674.
- Zelditch M. et Swiderski D.S., H.** 2004. Geometric morphometrics for biologists. Elsevier : Academic Press, 488 p.
- Zemour A.** 2013. Gestes, espaces et temps funéraires au début du Néolithique (6^e millénaire et 1^{ère} moitié du 5^e millénaire cal BC) en Italie et en France méridionale. Thèse de doctorat, Université de Nice Sophia-Antipolis, dall'Università degli Studi di Roma-La Sapienza, 1103 p.
- Zilberman U., Skinner M.F. et Smith P.** 1992. Tooth components of mandibular deciduous molars of *Homo sapiens sapiens* and *Homo sapiens neanderthalensis*: a radiographic study. *American Journal of Physical Anthropology* 87 : 255-262.
- Zilberman U., Smith P. et Alvesalo L.** 2000. Crown components of mandibular molar teeth in 45,X females (Turner syndrome). *Archives of Oral Biology* 45 : 217-225.
- Zubova A.V.** 2014. Non-metric dental trait variation among Eastern European and Western Siberian forest-steppe Neolithic populations. *Bulletin of the International Association for Paleodontology* 8 : 244-257.

Annexes

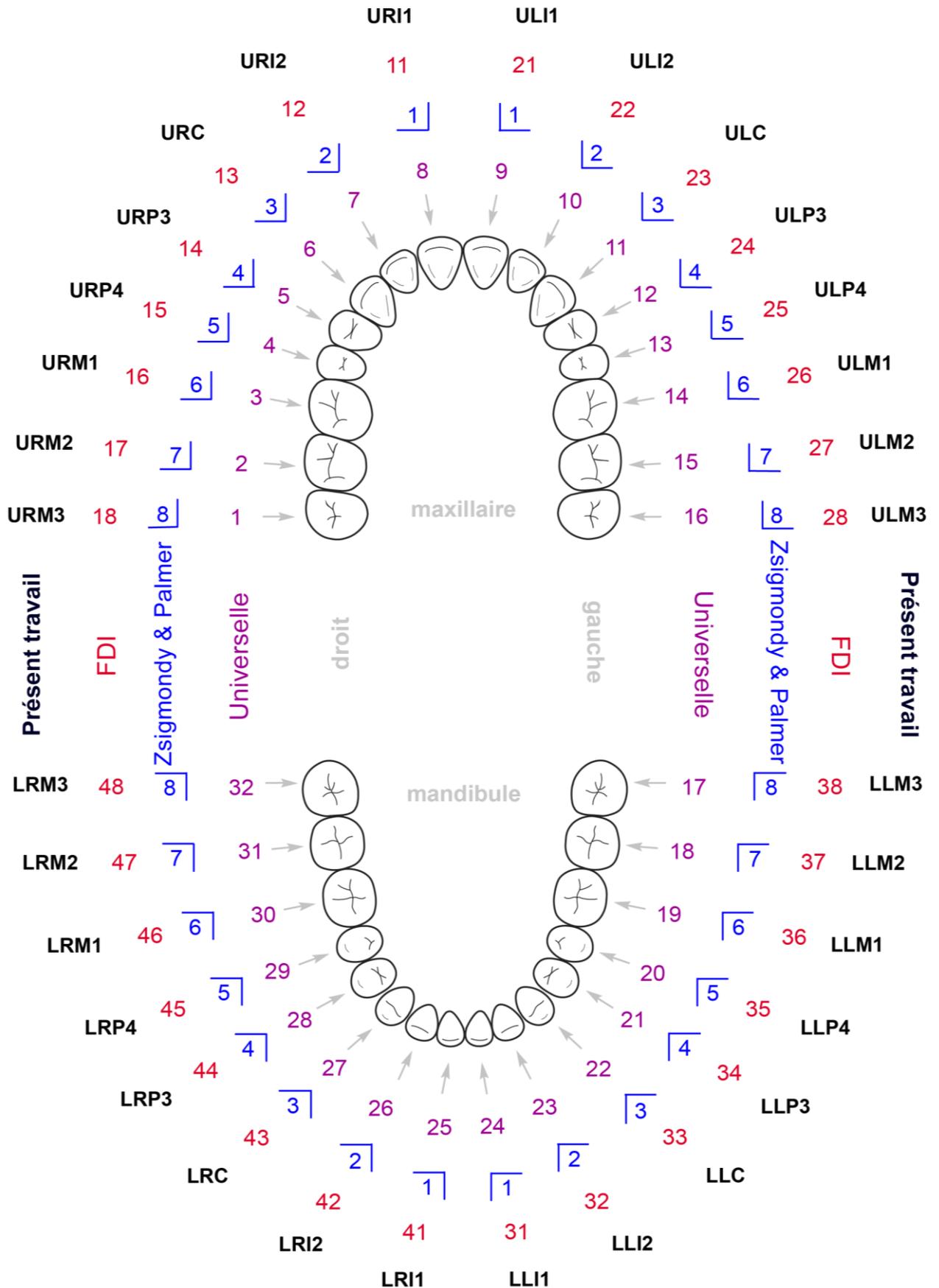
Annexes

ANNEXE 1. ÉQUIVALENCE ENTRE LES DIFFÉRENTES NOMENCLATURES DENTAIRES.

1. Nomenclature pour les dents décidentales.



2. Nomenclature pour les dents permanentes.



ANNEXE 2. DÉTAIL DES INFORMATIONS RENSEIGNÉES LORS DE L'INVENTAIRE.

Une base de données a été constituée sous Excel lors de l'inventaire des sites français avec vestiges humains potentiellement datés de la période d'étude. Le type d'informations renseignées est présenté pour chaque catégorie de données ci-dessous.

1. Localisation géographique du site.

Localisation					
Ville	Département	Région	Pays	Latitude	Longitude

2. Données propres au site archéologique.

Découverte du site	Inventeur(s)	Référence découverte	Type de site	Chronologie d'occupation du site
Date	Nom(s)	Publication	Grotte/Abri sous roche/ Amas coquiller/Aven/ Plein air	Séquence archéostratigraphique

3. Découverte des vestiges humains.

Découverte des restes humains	Couche(s) ayant livré des restes humains	Contexte
Date (Fouille)	N° couche archéologique	Sépulture/Reste isolé/ Reste isolé avec modification

4. Les restes humains.

Nombre Minimal d'Individus (NMI)	Individus	Description	Conservation
Nombre	Âge/Sexe	Publication	Lieu/Responsable

5. Les restes dentaires.

Dent(s) conservée(s)	Usure couronne	Mesures MD-BL disponibles ?	Référence mesures MD-BL	MicroCT disponible ?
Type	Faible/Moyenne/ Forte/Variable	Oui/Non	Publication	Oui/Non

6. Datation radiocarbone directe ou indirecte des vestiges humains.

Datation radiocarbone	Référence laboratoire	Vestige daté	Calibration BP (2 sigmas) IntCal13 - OxCal 4.2	Calibration BC (2 sigmas) IntCal13 - OxCal 4.2	Référence datation radiocarbone
Date ± sd BP	N°	Os humain/Os animal/Charbon/ Autres	Date cal. BP	Date cal. BC	Publication

7. Attribution chronoculturelle des vestiges humains.

Période chronologique	Attribution culturelle	Référence culture	Fiabilité attribution chronoculturelle
Période	Culture archéologique	Publication	A/B/C/D/E/F

8. Informations diverses.

Divers	
Remarque(s)	Autre(s) étude(s)

ANNEXE 3. INVENTAIRE DES ÉCHANTILLONS DENTAIRES ANALYSÉS.

Le corpus de dents analysées est présenté par ordre alphabétique des sites. Après une brève présentation du gisement archéologique, les informations disponibles sur les restes dentaires étudiés sont récapitulées (dents sélectionnées, âge au décès, sexe, attribution culturelle et datation radiocarbone). L'identification des dents analysées est précisée dans un diagramme dentaire (**FIGURE A**), dont les légendes des symboles ne sont pas reproduites par la suite.

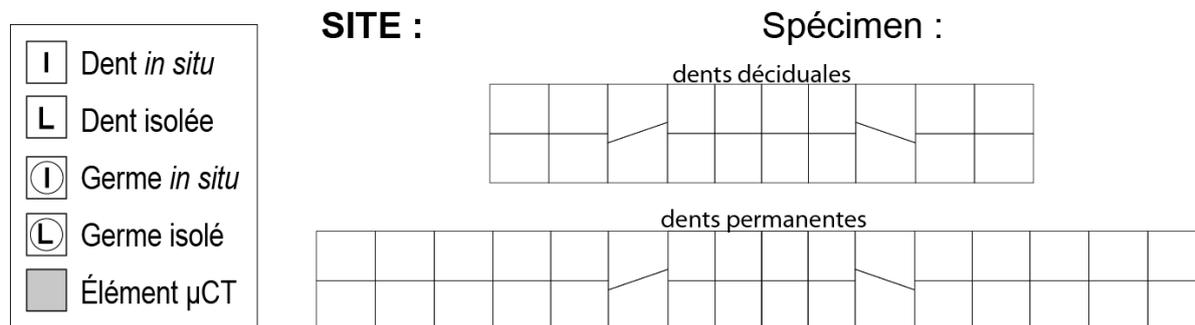


Figure A. Modèles de fiche et légendes des diagrammes dentaires pour l'échantillon dentaire sélectionné.

NB : pour les sites des Bréguières, de Houleau 2 et de la grotte Mykolas, l'attribution des restes dentaires isolés à un même individu n'a pas été possible de manière certaine. Dans ces cas, les diagrammes dentaires (**FIGURE A**) comptabilisent le nombre total de dents identifiées par type, et ne présentent donc pas les données individuelles.

Liste des sites étudiés :

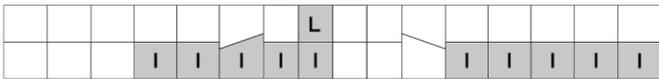
1. Auneau	362
2. Baume Bourbon.....	364
3. Baume de Montclus.....	367
4. Bois Ragot.....	367
5. Les Bréguières.....	369
6. Cap-Blanc.....	370
7. Chancelade	370
8. Le Cheix	371
9. Combe-Capelle.....	372
10. Culoz sous Balme.....	372
11. Cuzoul de Gramat.....	373

12. Fauroux.....	373
13. Les Fieux.....	374
14. Germignac.....	376
15. Gurgy.....	376
16. Hoëdic.....	381
17. Houleau.....	381
18. Lafaye.....	382
19. La Lède du Gulp.....	383
20. La Madeleine.....	384
21. La Marche.....	384
22. Le Morin.....	387
23. Moulin Neuf.....	389
24. Mykolas.....	390
25. Pendimoun.....	390
26. Les Perrats.....	392
27. Le Peyrat.....	393
28. Peyrazet.....	394
29. Les Peyrugues.....	395
30. La Piscine.....	396
31. Poeymaü.....	397
32. Pont d'Ambon.....	398
33. Le Rastel.....	398
34. Roc-de-Cave.....	399
35. Rochereil.....	400
36. Saint-Germain-la-Rivière.....	401
37. Téviéc.....	401
38. Troubat.....	403
39. Unikoté II.....	403
40. La Vergne.....	404
41. Veyrier.....	406

1. AUNEAU

Le site de plein air d'Auneau « le Parc du Château » (Auneau, Eure-et-Loir) a été découvert en 1978, à la suite de pillage (Dubois *et al.* 1986). Les fouilles archéologiques, menées sous la direction de J.-P. Dubois entre 1980 et 1985 puis C. Verjux à partir de 1986, ont livré des occupations datées du Mésolithique moyen au Néolithique final, et sept sépultures individuelles ont été mises au jour sur le site (Dubois *et al.* 1986 ; Verjux 1999). Trois inhumations sont datées du Mésolithique (Verjux et Dubois 1994 ; Verjux et Dubois 1996 ; Verjux 1997) : la sépulture 6 est attribuée au Mésolithique moyen et les deux individus adultes inhumés respectivement dans la sépulture 3 (**TABLE I**) et la sépulture 7 (**TABLE II**) sont tous deux datés du Mésolithique final. Les quatre autres sépultures individuelles sont toutes attribuées au Néolithique moyen II (sépultures 1, 2, 4 et 5) (Dubois *et al.* 1986 ; Verjux 1999), et ont livré les vestiges de deux individus adultes (**SÉPULTURES 1 ET 2 , TABLE III & TABLE IV**) et de deux sujets immatures (**SÉPULTURES 4 ET 5, TABLE V & TABLE VI**). Enfin, une sépulture collective sous dalle, dont les vestiges fragmentaires appartiennent au minimum à 15 individus, dont huit adultes et sept immatures (Verjux *et al.* 2007), est attribuée au Néolithique final (Verjux *et al.* 1998).

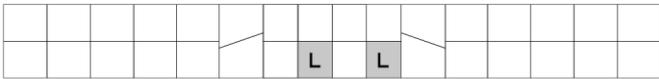
Table I. L'individu de la sépulture 3 d'Auneau.

Site - n°	Auneau - Sépulture 3
Dents sélectionnées*	
Âge au décès	> 50 ans (Villotte 2009)
Sexe	Masculin (os coxal, Villotte 2009)
Attribution culturelle	Second Mésolithique (Verjux 1999)
Datation radiocarbone	7679-7420 cal. BP / 5976-5555 cal. BC** (Verjux 1999) (6655 ± 90 BP ; Ly-4731 ; os humain)

*Pour la signification des symboles du diagramme dentaire, se référer à la **FIGURE A**.

**Toutes les datations radiocarbone ont été calibrées à 2 sigmas avec le logiciel OxCal4.2 (Bronk Ramsey et Lee 2013), d'après la courbe IntCal13 (Reimer *et al.* 2013).

Table II. L'individu de la sépulture 7 d'Auneau

Site - n°	Auneau - Sépulture 7
Dents sélectionnées	
Âge au décès	Adulte (Verjux et Dubois 1994)
Sexe	Masculin (os coxal, Verjux et Dubois 1994)

(suite page suivante)

(suite)	Auneau - Sépulture 7
Attribution culturelle	Second Mésolithique (Verjux 1999)
Datation radiocarbone	7925-7504 cal. BP / 5730-5471 cal. BC (Verjux 1999) (6825 ± 105 BP ; Ly-7097 ; os humain)

Table III. L'individu de la sépulture 1 d'Auneau.

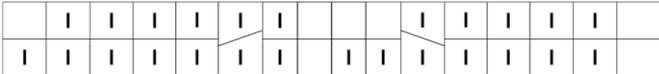
Site - n°	Auneau - Sépulture 1
Dents sélectionnées	
Âge au décès	Adulte (Dubois <i>et al.</i> 1986)
Sexe	-
Attribution culturelle	Néolithique moyen II (Verjux 1999)
Datation radiocarbone	-

Table IV. L'individu de la sépulture 2 d'Auneau.

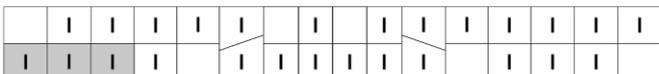
Site - n°	Auneau - Sépulture 2
Dents sélectionnées	
Âge au décès	Adulte (Dubois <i>et al.</i> 1986)
Sexe	Masculin (os coxal, Dubois <i>et al.</i> 1986)
Attribution culturelle	Néolithique moyen II (Verjux 1999)
Datation radiocarbone	5889-5325 cal. BP / 3940-3376 cal. BC (Verjux 1999) (4 865 ± 100 BP ; Ly-4729 ; os humain)

Table V. L'individu de la sépulture 4 d'Auneau.

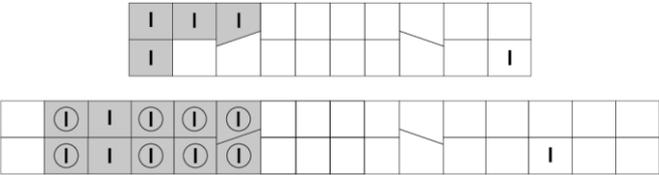
Site - n°	Auneau - Sépulture 4
Dents sélectionnées	
Âge au décès	7-12 ans (original)
Sexe	-
Attribution culturelle	Néolithique moyen II (Verjux 1999)
Datation radiocarbone	-

Table VI. L'individu de la sépulture 5 d'Auneau.

Site - n°	Auneau - Sépulture 5
Dents sélectionnées	
Âge au décès	6-9,5 ans (original)
Sexe	-
Attribution culturelle	Néolithique moyen II (Verjux 1999)
Datation radiocarbone	-

2. BAUME BOURBON

Découverte en 1969 par H. Peyras, la grotte de la Baume Bourbon (Cabrières, Gard) a été fouillée entre 1970 et 1974 sous la direction de J.-L. Roudil. Naturellement subdivisée en trois salles (SI, SII et SIII), la Baume Bourbon a livré des occupations datées du Néolithique ancien à l'époque moderne (Coste *et al.* 1987). Ces habitats successifs sont situés dans la première salle, dite salle du porche. Les deux salles les plus profondes (SII et SIII) ont abrité, quant à elles, des sépultures datées de la fin du Néolithique ancien et réparties au sein de deux ensembles sépulcraux distincts²⁴ (Coste *et al.* 1987). Les vestiges humains appartiennent à un minimum de 14 individus : huit adultes et six immatures (Zemour 2013). Dans le cadre de ce travail, les dents analysées appartiennent à un minimum de sept individus, dont six adultes et un immature, provenant des deux salles (TABLE X À TABLE XIV).

Table VII. La mandibule BB74-SII-S2-2226 de la Baume Bourbon.

Site - n°	Baume Bourbon - BB74-SII-S2-2226
Dents sélectionnées	
Âge au décès	Adulte (original)
Sexe	-
Attribution culturelle	Néolithique ancien terminal (Coste <i>et al.</i> 1987)
Datation radiocarbone	7241-6719 cal. BP / 5292-4770 cal. BC (Coste <i>et al.</i> 1987) (6080 ± 100 BP ; MC-794 ; charbon)

²⁴ Sur le terrain, trois ensembles avaient été identifiés : S1 dans la salle SIII, S2 et S3 dans la salle SII (Coste *et al.* 1987). Cependant, des remontages ont pu être effectués par Zemour (2013) entre S2 et S3 qu'il convient de considérer comme un seul ensemble sépulcral.

Table VIII. La mandibule BB74-SII-S2 de la Baume Bourbon.

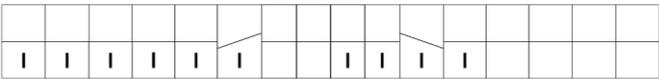
Site - n°	Baume Bourbon - BB74-SII-S2
Dents sélectionnées	
Âge au décès	Adulte (original) ²⁵
Sexe	-
Attribution culturelle	Néolithique ancien terminal (Coste <i>et al.</i> 1987)
Datation radiocarbone	-

Table IX. La mandibule BB-SII-B9-1050 de la Baume Bourbon.

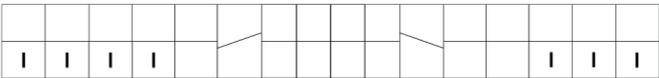
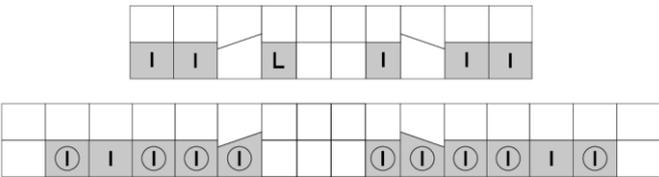
Site - n°	Baume Bourbon - BB-SII-B9-1050
Dents sélectionnées	
Âge au décès	Adulte (original)
Sexe	-
Attribution culturelle	Néolithique ancien terminal (Coste <i>et al.</i> 1987)
Datation radiocarbone	-

Table X. La mandibule BB-SII-C9-949 de la Baume Bourbon.

Site - n°	Baume Bourbon - SII-C9-949
Dents sélectionnées	
Âge au décès	5-8,5 ans (original)
Sexe	-
Attribution culturelle	Néolithique ancien terminal (Coste <i>et al.</i> 1987)
Datation radiocarbone	-

²⁵ Vu le numéro d'inventaire et les caractéristiques dentaires, il pourrait s'agir de la mandibule correspondante aux os coxaux BB74-SII-S2 n°2194 et n°2196 qui appartiendraient à une femme dont l'âge est supérieur à 50 ans (Zemour 2013).

Table XI. Les dents isolées de la salle SII de la Baume Bourbon.

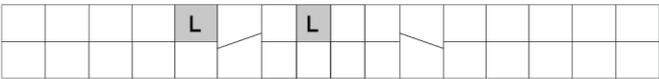
Site - n°	Baume Bourbon - BB-SII-B9-1037 & BB-SII-C9
Dents sélectionnées	
Âge au décès	Adulte (original)
Sexe	-
Attribution culturelle	Néolithique ancien terminal (Coste <i>et al.</i> 1987)
Datation radiocarbone	-

Table XII. L'individu A de la Baume Bourbon.

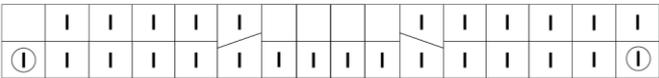
Site - n°	Baume Bourbon - SIII-A
Dents sélectionnées	
Âge au décès	20-23 ans (Zemour 2013)
Sexe	Féminin (os coxal, Zemour 2013)
Attribution culturelle	Néolithique ancien terminal (Coste <i>et al.</i> 1987)
Datation radiocarbone	-

Table XIII. L'individu B de la Baume Bourbon.

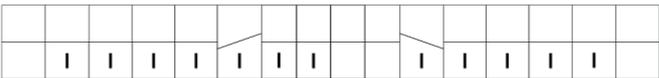
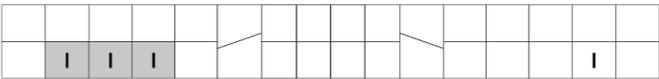
Site - n°	Baume Bourbon - SIII-B
Dents sélectionnées	
Âge au décès	20-39 ans (Zemour 2013)
Sexe	Masculin (os coxal, Zemour 2013)
Attribution culturelle	Néolithique ancien terminal (Coste <i>et al.</i> 1987)
Datation radiocarbone	-

Table XIV. La mandibule BB71-S1-C6 de la Baume Bourbon.

Site - n°	Baume Bourbon - BB71-S1-C6
Dents sélectionnées	
Âge au décès	Adulte (original)
Sexe	-
Attribution culturelle	Néolithique ancien terminal (Coste <i>et al.</i> 1987)
Datation radiocarbone	-

3. BAUME DE MONTCLUS

L'abri de la Baume de Montclus (Montclus, Gard) a été découvert en 1954 par M. Escalon de Fonton, puis fouillé sous la direction de ce dernier entre 1954 et 1971. Le gisement a livré des occupations datées du Sauveterrien au Chasséen (Escalon de Fonton 1961, 1966). Les restes humains d'au moins cinq individus auraient été découverts (Newell *et al.* 1979). La sépulture 1 contient les restes d'une femme adulte qui a longtemps été considérée comme mésolithique final (Épi-Castelnovien²⁶). Des révisions de l'industrie lithique provenant des niveaux stratigraphiques attribués au Castelnovien et au Néolithique ancien, ainsi qu'une série de nouvelles datations radiocarbone, ont permis de rattacher la sépulture 1 au Néolithique ancien cardial (Perrin *et al.* 2009). Seul l'individu de la sépulture 1, qui a fait l'objet d'une étude anthropologique (Ferembach 1974a ; Vallois et de Felice 1977) et d'une révision du contexte funéraire (Zemour 2013), est étudié ici (**TABLE XV**).

Table XV. L'individu 1 de la Baume de Montclus.

Site - n°	Baume de Montclus - Sépulture 1																																
Dents sélectionnées	<table border="1"> <tr> <td> </td><td> </td> </tr> <tr> <td> </td><td> </td> </tr> </table>																																
Âge au décès	Adulte (Ferembach 1974a)																																
Sexe	Féminin (crâne, Ferembach 1974a)																																
Attribution culturelle	Néolithique ancien cardial (Perrin <i>et al.</i> 2009)																																
Datation radiocarbone	7419-7175 cal. BP / 5470-5226 cal. BC (Perrin <i>et al.</i> 2009) (6360 ± 50 BP ; Beta-253159 ; os de faune, couche 5)																																

4. BOIS RAGOT

La grotte de Bois Ragot (Gouex, Vienne) a été découverte en 1968 par H. Reigner, A. et S. Chollet (Chollet *et al.* 1974). Fouillé de 1969 à 1989 sous la direction d'A. Chollet, le site a livré quatre niveaux d'occupations principaux, datés du Magdalénien final (niveau 6 et 5), de l'Azilien ancien (niveau 4) et de l'Azilien récent (niveau 3) (Chollet et Dujardin 2005 ; Dujardin 2010). Les restes humains étudiés (**TABLE XVI à TABLE XVIII**) proviennent des niveaux 5, 4 et 3, et sont représentés par quatre dents isolées appartenant au minimum à deux individus immatures et un adulte (Henry-Gambier 2005, 2010).

²⁶ Découverte dans le niveau 5, la sépulture aurait été creusée à travers les niveaux 6 à 14. Le niveau 5 est attribué au Mésolithique final / « Proto-Néolithique » (voir Escalon de Fonton 1966 : 160 ; Newell *et al.* 1979 : 107).

Table XVI. Les dents isolées n°1a et n°1b de Bois-Ragot.

Site - n°	Bois-Ragot - BR-F8-n°1a et BR-F3-n°1b
Dents sélectionnées	
Âge au décès	6-13 ans (Henry-Gambier 2005)
Sexe	-
Attribution culturelle	Magdalénien final (Chollet et Dujardin 2005)
Datation radiocarbone	15310-14770 cal. BP / 13361-12821 cal. BC (12685 ± 70 BP ; OxA-10331/Lyon-1370 ; os de cerf, niveau 5) 15240-14650 cal. BP / 13291-12701 cal. BC (12615 ± 65 BP ; OxA-10263/Lyon-1368 ; os de renne, niveau 5) (Dujardin et Oberlin 2005)

Table XVII. La dent isolée n°2 de Bois-Ragot.

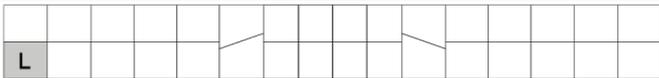
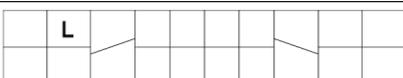
Site - n°	Bois-Ragot - BR-I6-n°2
Dents sélectionnées	
Âge au décès	Adulte (Henry-Gambier 2005)
Sexe	-
Attribution culturelle	Azilien récent (Chollet et Dujardin 2005)
Datation radiocarbone	ca. 11000 BP (Langlais, com. pers.)

Table XVIII. La dent isolée n°3 de Bois-Ragot.

Site - n°	Bois Ragot - BR-J2-n°3
Dents sélectionnées	
Âge au décès	Moins de 6 mois (Henry-Gambier 2005)
Sexe	-
Attribution culturelle	Azilien ancien (Chollet et Dujardin 2005)
Datation radiocarbone	15059-14236 cal. BP / 13110-12287 cal. BC (12475 ± 75 BP ; OxA-10332/Lyon-1371 ; os de renne, niveau 4) 15210-14447 cal. BP / 13261-12498 cal. BC (12585 ± 75 BP ; OxA-10333/Lyon-1372 ; os de cerf, niveau 4) (Dujardin et Oberlin 2005)

5. LES BRÉGUIÈRES

À la suite de tirs de mine en octobre 1965, dans la carrière des Bréguières (Mougins, Alpes-Maritimes) en cours d'exploitation, des restes humains sont découverts dans une faille naturelle de la roche. Lors de fouilles de sauvetage opérées entre novembre 1966 et février 1967 par M. Sechter, médecin et archéologue amateur, la galerie sépulcrale a livré les restes d'au moins 61 individus, dont 35 adultes et 26 immatures (Provost 2013). En raison du caractère collectif du sépulcre, ce dernier est d'abord attribué au Néolithique final, jusqu'à ce que des datations radiocarbone directes sur os humains le vieillissent de près de 1500 ans et placent cette sépulture collective à la transition entre Néolithique ancien et moyen (Provost 2013 ; Provost *et al.* 2014). L'ensemble des restes dentaires disponibles a été étudié dans le présent travail, les dents appartiennent à un minimum de 36 individus, 21 adultes et 15 immatures (TABLE XIX & TABLE XX).

Table XIX. Les restes dentaires isolés des Bréguières.

Site - n°	Bréguières																																													
Dents sélectionnées	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>8</td><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>4</td><td>5</td> </tr> <tr> <td>6</td><td>6</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>6</td><td>5</td> </tr> </table>															8	7												4	5	6	6	1											6	5	
	8	7												4	5																															
	6	6	1											6	5																															
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>4</td><td>13</td><td>21</td><td>14</td><td>16</td><td>10</td><td>5</td><td>1</td><td></td><td>2</td><td>6</td><td>10</td><td>11</td><td>20</td><td>8</td><td>5</td> </tr> <tr> <td>8</td><td>15</td><td>20</td><td>7</td><td>9</td><td>12</td><td>8</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>4</td><td>3</td><td>9</td><td>17</td><td>9</td><td>6</td> </tr> </table>															4	13	21	14	16	10	5	1		2	6	10	11	20	8	5	8	15	20	7	9	12	8	1	1	2	4	3	9	17	9	6
4	13	21	14	16	10	5	1		2	6	10	11	20	8	5																															
8	15	20	7	9	12	8	1	1	2	4	3	9	17	9	6																															
Âge au décès	Adultes et immatures (original)																																													
Attribution culturelle	Néolithique ancien terminal (Provost 2013 ; Provost <i>et al.</i> 2014)																																													
Datation radiocarbone	7169-6913 cal. BP / 5220-4964 cal. BC (Provost <i>et al.</i> 2014) (6151 ± 45 BP ; LTL 13784 ; os humain)																																													
	7166-6912 cal. BP / 5217-4963 cal. BC (Provost 2013) (6144 ± 45 BP ; LTL 8484A ; os humain)																																													
	7159-6860 cal. BP / 5210-4911 cal. BC (Provost 2013) (6104 ± 45 BP ; LTL 8482A ; os humain)																																													
	7158-6859 cal. BP / 5209-4910 cal. BC (Provost <i>et al.</i> 2014) (6101 ± 45 BP ; LTL 13780A ; os humain)																																													
	6904-6674 cal. BP / 4955-4725 cal. BC (Provost 2013) (5964 ± 45 BP ; LTL 12316A ; os humain)																																													
	6792-6561 cal. BP / 4843-4612 cal. BC (Provost 2013) (5870 ± 45 BP ; LTL 12317A ; os humain)																																													
	6788-6558 cal. BP / 4839-4609 cal. BC (Provost 2013) (5864 ± 45 BP ; LTL 12315A ; os humain)																																													
	6444-6293 cal. BP / 4495-4344 cal. BC (Provost <i>et al.</i> 2014) (5581 ± 45 BP ; LTL 13783A ; os humain)																																													

Table XX. Les restes dentaires isolés microtomographiés des Bréguières.

Site - n°	Bréguières																																													
Dents sélectionnées	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>1</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>1</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>														1	1							1							1	1															
	1	1							1																																					
1	1																																													
	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>1</td><td></td><td>1</td><td></td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>1</td><td></td><td>2</td><td>3</td><td></td> </tr> <tr> <td></td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td></td><td></td><td>1</td><td></td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td> </tr> </table>														1		1		1	1	1				1	1		2	3			1	1	1	1	2	1			1		2	1	1	2	1
1		1		1	1	1				1	1		2	3																																
	1	1	1	1	2	1			1		2	1	1	2	1																															
Âge au décès	Immatures (original)																																													
Attribution culturelle	Néolithique ancien terminal (Provost 2013 ; Provost <i>et al.</i> 2014)																																													
Datation radiocarbone	cf. supra																																													

6. CAP-BLANC

L'abri de Cap-Blanc (Marquay, Dordogne) a été découvert vers 1908 par R. Peyrille qui identifia des gravures sur la paroi de l'abri sous roche (Lalanne et Breuil 1911). Ce gisement magdalénien a livré une sépulture individuelle, découverte en 1911 par des ouvriers puis fouillée par L. Capitan et D. Peyrony. Localisée à la base du dépôt archéologique au contact du plancher rocheux (Capitan et Peyrony 1912), la sépulture contenait le squelette quasi complet d'un individu adulte (**TABLE XXI**) de sexe féminin (Von Bonin 1935 ; Dahblerg et Carbonell 1961), et est datée du Magdalénien moyen (Henry-Gambier, com. pers.).

Table XXI. L'individu 1 de Cap-Blanc.

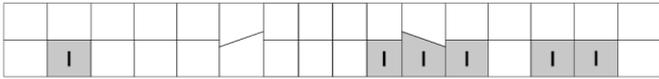
Site - n°	Cap-Blanc - Individu 1																																											
Dents sélectionnées	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td></td><td> </td><td> </td> </tr> <tr> <td></td><td> </td><td> </td> </tr> </table>																																											
Âge au décès	25-35 ans (Museum 2006)																																											
Sexe	Féminin (crâne, Von Bonin 1935)																																											
Attribution culturelle	Magdalénien moyen (Bourdier <i>et al.</i> 2014)																																											
Datation radiocarbone	18641-18067 cal. BP / 16692-16118 cal IBC (Bourdier <i>et al.</i> 2014) (15120 ± 110 BP ; GifA-10082/SacA-19713 ; os de faune)																																											

7. CHANCELADE

L'abri sous roche de Raymondén (Chancelade, Dordogne) a été découvert en 1876 et fouillé à partir de 1887 par M. Hardy. Ce gisement a livré de nombreux vestiges datés du Magdalénien. Une sépulture est découverte, en 1888, à la base de la séquence stratigraphique (Hardy 1988). Elle a livré le squelette d'un individu adulte (**TABLE XXII**), dont le sexe a longtemps été

considéré masculin (Testut 1890 ; Vallois 1946) avant d'être attribué féminin en diagnose secondaire (Villotte 2009). Ce dernier ne retient maintenant que le résultat de la diagnose primaire et considère que le sexe de Chancelade 1 est indéterminé (Villotte, com. pers.).

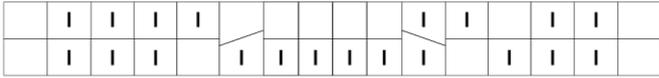
Table XXII. L'individu 1 de Chancelade.

Site - n°	Chancelade - Individu 1
Dents sélectionnées	
Âge au décès	> 40 ans (Villotte 2009)
Sexe	Indéterminé (os coxal, Villotte, com. pers.)
Attribution culturelle	Magdalénien moyen (Henry-Gambier, com. pers.)
Datation radiocarbone	Inédite (Henry-Gambier, com. pers.)

8. LE CHEIX

L'abri du Cheix (Saint-Diéry, Puy-de-Dôme) a été découvert par G. Desrut et E. Déret en 1936, puis fouillé brièvement en 1938 par ces derniers (Desrut 1939). Le gisement a livré des vestiges archéologiques datés du Magdalénien, de l'Azilien et du Néolithique (Surmely *et al.* 2000). Découvert en 1938, le squelette complet d'un jeune individu (**TABLE XXIII**) de sexe féminin a été décrit par Vallois (1970). La sépulture est attribuée au Magdalénien par les découvreurs (Desrut 1939), puis considérée mésolithique (Vallois 1970) ou azilienne (Verdène 1975), avant d'être datée directement et rapprochée du Néolithique ancien (Surmely *et al.* 2000 ; Meiklejohn *et al.* 2010). La datation obtenue place la sépulture du Cheix dans le Mésolithique final, les débuts du Néolithique se manifestant quelques centaines d'années plus tard dans le Puy-de-Dôme (Binder, com. pers.).

Table XXIII. L'individu 1 du Cheix.

Site - n°	Cheix - Individu 1
Dents sélectionnées	
Âge au décès	16-18 ans (Vallois 1970)
Sexe	Féminin (crâne, Vallois 1970)
Attribution culturelle	Second Mésolithique (Binder, com. pers.)
Datation radiocarbone	7680-7460 cal. BP / 5731-5511 cal. BC (Surmely <i>et al.</i> 2000) (6710 ± 70 BP ; Gif-96312 ; os humain)

9. COMBE-CAPELLE

L'abri sous roche du Roc de Combe-Capelle (Saint-Avit-Sénieur, Dordogne) a été découvert en 1885, par M.-A. Landesque, et fouillé en 1909 par O. Hauser qui mit au jour un squelette humain dans un niveau aurignacien (Klaatsch et Hauser 1910). L'ancienneté de ce spécimen adulte a longtemps été remise en cause (*e.g.*, de Sonneville-Bordes 1960 ; Gambier 1992b). Sa récente datation radiocarbone permet d'attribuer cet individu au Mésolithique (Hoffmann *et al.* 2011) et d'intégrer ses restes dentaires à la présente étude (**TABLE XXIV**). Les vestiges humains infra-crâniens auraient été détruits lors de la Seconde Guerre mondiale.

Table XXIV. L'individu 1 de Combe-Capelle.

Site - n°	Combe-Capelle - Individu 1																																				
Dents sélectionnées	<table border="1"> <tr> <td> </td><td> </td> </tr> <tr> <td> </td><td> </td> </tr> </table>																																				
Âge au décès	Adulte (Klaatsch et Hauser 1910)																																				
Sexe	Masculin (crâne, Klaatsch et Hauser 1910)																																				
Attribution culturelle	Premier Mésolithique (Hoffmann <i>et al.</i> 2011)																																				
Datation radiocarbone	9550-9497 cal. BP / 7601-7548 cal. BC (Hoffmann <i>et al.</i> 2011) (8561 ± 27 BP ; KIA-39384 ; os humain)																																				

10. CULOZ SOUS BALME

L'abri de Culoz sous Balme (Culoz, Ain) et des restes humains ont été découverts fortuitement en mai 1957 par M. Favre, au cours de travaux d'exploitation d'une carrière. Les vestiges humains de la première sépulture ont été récoltés par M. Favre et deux archéologues amateurs, M. Borelle et Soleilhac (Vilain 1961). L'interruption des travaux pour réaliser des fouilles de sauvetage a permis de préserver une seconde sépulture mésolithique dans le niveau 3, fouillée par R. Vilain au cours de l'été 1957 (Vilain 1961). Les vestiges humains appartiennent à deux individus adultes de sexe masculin (Combiere et Genet-Varcin 1959 ; Genet-Varcin *et al.* 1963). Seuls les restes dentaires du second individu (Culoz 2) sont étudiés ici (**TABLE XXV**).

Table XXV. L'individu 2 de Culoz sous Balme.

Site - n°	Culoz sous Balme - Individu 2																																				
Dents sélectionnées	<table border="1"> <tr> <td> </td><td> </td> </tr> <tr> <td> </td><td> </td> </tr> </table>																																				

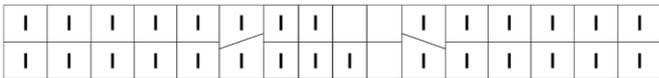
(suite page suivante)

(suite)	Culoz sous Balme - Individu 2
Âge au décès	30-35 ans (Genet-Varcin <i>et al.</i> 1963)
Sexe	Masculin (crâne, Genet-Varcin <i>et al.</i> 1963)
Attribution culturelle	Premier Mésolithique (Vilain 1961)
Datation radiocarbone	10695-8651 cal. BP / 8746-6702 cal. BC (Evin et Pachiaudi 1979) (8640 ± 380 BP ; Ly-1668 ; os humain)

11. CUZOUL DE GRAMAT

Découvert en 1923, l'abri du Cuzoul de Gramat (Gramat, Lot-et-Garonne) a été fouillé entre 1923 et 1933 par R. Lacam et A. Niederlander (Lacam *et al.* 1944). Lors des fouilles, le gisement a livré des niveaux aziliens, sauveterriens, néolithiques et de l'âge du Bronze et les restes humains de deux individus (Niederlander et Lacam 1933 ; Lacam *et al.* 1944). En 1928, le squelette complet de l'individu 1 (**TABLE XXVI**) a été découvert dans la couche 2, mais la localisation précise de la sépulture est inconnue. Le second individu est représenté par des fragments crâniens. Entre 2005 et 2014, des fouilles des occupations mésolithiques du porche ont été reprises sous la direction de N. Valdeyron (Valdeyron *et al.* 2011a).

Table XXVI. L'individu 1 du Cuzoul de Gramat.

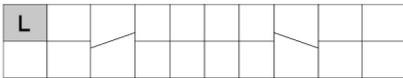
Site - n°	Cuzoul de Gramat - Individu 1
Dents sélectionnées	
Âge au décès	25-30 ans (Lacam <i>et al.</i> 1944)
Sexe	Masculin (crâne, Lacam <i>et al.</i> 1944)
Attribution culturelle	Second Mésolithique (Valdeyron <i>et al.</i> 2011a)
Datation radiocarbone	7247-6888 cal. BP / 5298-5039 cal. BC (Valdeyron <i>et al.</i> 2011a) (6200 ± 45 BP ; Ly-14204 ; charbon, foyer F1) 7476-7316 cal. BP / 5527-5367 cal. BC (Valdeyron <i>et al.</i> 2011a) (6490 ± 40 BP ; Ly-14205 ; charbon, foyer F3) 7700-7507 cal. BP / 5751-5558 cal. BC (Valdeyron <i>et al.</i> 2011a) (6760 ± 60 BP ; Ly-14459 ; charbon, foyer F2b)

12. FAUROUX

La grotte de Fauroux (Lugasson, Gironde) a été découverte en 1922 par l'abbé Labrie qui y mené de brèves recherches (Labrie 1923). Lors des fouilles de 1978, sous la direction de M. Lenoir, la galerie principale a livré deux ensembles archéologiques, datés de l'Azilien

pour les niveaux supérieurs Ia et Ib, et du Magdalénien pour les niveaux inférieurs IIa et IIb. Des vestiges du Néolithique et de l'Âge du Bronze ont été identifiés au niveau du talus. Les vestiges d'un adulte et d'un jeune enfant (**TABLE XXVII**) ont été découverts dans niveau Ib azilien (Gambier et Lenoir 1991). Une datation radiocarbone des restes humains vient cependant les placer dans le Néolithique, révélant des vestiges humains intrusifs dans un niveau paléolithique.

Table XXVII. L'individu 1 de Fauroux.

Site - n°	Fauroux - Individu 1
Dents sélectionnées	
Âge au décès	13-26 mois (original)
Sexe	-
Attribution culturelle	Néolithique moyen (Drucker <i>et al.</i> 2008)
Datation radiocarbone	5894-5663 cal. BP/ 3945-3714 cal. BC (Drucker <i>et al.</i> 2008) (5035 ± 30 BP ; GrA-38080 ; os humain)

13. LES FIEUX

La grotte des Fieux (Miers, Lot-et-Garonne) a été découverte en 1964 par des spéléologues et M. Caminade, propriétaire du terrain, qui identifièrent des représentations figuratives sur la paroi (Méroc 1967). Entre 1966 et 1999, des fouilles sous la direction de F. Champagne ont livré des occupations datées du Moustérien au Moyen-Âge (Champagne et Espitalié 1972 ; Champagne *et al.* 1990). Une intervention ponctuelle a été réalisée par N. Valdeyron en 1999, afin de recueillir des données supplémentaires sur les niveaux sauveterriens du porche ouest, en vue d'une publication monographique sur l'occupation mésolithique des Fieux (Valdeyron *et al.* 2009 ; Valdeyron *et al.* 2011b). Entre 2006 et 2009, une reprise des fouilles a été effectuée sous la direction de V. Mourre, dans le cadre d'un projet d'aménagement et de valorisation du site pour son ouverture au public (Mourre *et al.* 2006, 2007, 2008, 2009). Les restes humains étudiés (**TABLE XXVIII À TABLE XXX**) proviennent des niveaux D1 et D2 attribués au Sauveterrien ancien (Champagne *et al.* 1990), et sont représentés par trois dents isolées appartenant probablement à trois individus²⁷.

²⁷ Les dents isolées Fieux IV et Fieux VIII (provenant toutes les deux du niveau D2) sont incompatibles au niveau de leur âge dentaire : il s'agit donc de deux individus, l'un adulte et l'autre immature. La dent isolée Fieux VI pourrait potentiellement être associée à l'un ou l'autre des deux individus précédents : sa racine possède un apex fermé ce qui lui donne un âge minimal d'environ 6,25 ans. Cependant, Fieux VI a été trouvée dans le niveau D1, ce qui pourrait permettre d'identifier ici un 3^e individu.

Table XXVIII. La dent isolée IV des Fieux.

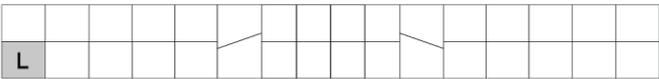
Site - n°	Fieux - n°IV (D2-4-XII-1020)
Dents sélectionnées	
Âge au décès	> 16,5 ans (original)
Sexe	-
Attribution culturelle	Premier Mésolithique (Champagne <i>et al.</i> 1990)
Datation radiocarbone	10561-10243 cal. BP / 8612-8299 cal. BC (Valdeyron <i>et al.</i> 2009) (9220 ± 70 BP ; Ly 1765 (Poz-529) ; charbon) 10646-10248 cal. BP / 8697-8299 cal. BC (Valdeyron <i>et al.</i> 2009) (9260 ± 70 BP ; Ly 1767 (Poz-531) ; charbon)

Table XXIX. La dent isolée VI des Fieux.

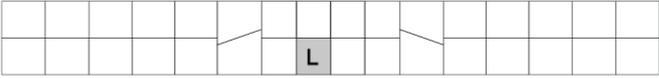
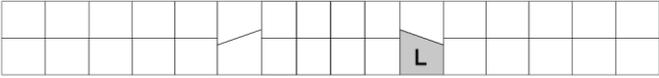
Site - n°	Fieux - n° VI (D1-7-XI-1230)
Dents sélectionnées	
Âge au décès	> 6,25 ans (original)
Sexe	-
Attribution culturelle	Premier Mésolithique (Champagne <i>et al.</i> 1990)
Datation radiocarbone	10209-9744 cal. BP / 8260-7795 cal. BC (Valdeyron <i>et al.</i> 2009) (8900 ± 70 BP ; Ly 1766 (Poz-530) ; charbon) 10491-9953 cal. BP / 8542-8004 cal. BC (Valdeyron <i>et al.</i> 2009) (9080 ± 70 BP ; Ly 1763 (Poz-525) ; charbon) 10694-9611 cal. BP / 8745-7662 cal. BC (Champagne <i>et al.</i> 1990) (9060 ± 190 BP ; Gif-4281 ; charbon, niveau D1)

Table XXX. La dent isolée VIII des Fieux.

Site - n°	Fieux - n° VIII (D2-5-XII-1233)
Dents sélectionnées	
Âge au décès	6,5-12 ans (original)
Sexe	-
Attribution culturelle	Premier Mésolithique (Champagne <i>et al.</i> 1990)
Datation radiocarbone	10561-10243 cal. BP / 8612-8299 cal. BC (Valdeyron <i>et al.</i> 2009) (9220 ± 70 BP ; Ly 1765 (Poz-529) ; charbon) 10646-10248 cal. BP / 8697-8299 cal. BC (Valdeyron <i>et al.</i> 2009) (9260 ± 70 BP ; Ly 1767 (Poz-531) ; charbon)

14. GERMIGNAC

Le site de plein air du Bois du Bourg (Germignac, Charente-Maritime) a été découvert fortuitement en 1980, lors d'un labour au cours duquel les agriculteurs ont récolté des ossements humains très mal conservés, des anneaux en pierre polie et un grand nombre de disques perforés en coquillage attribuables au Néolithique ancien (Gaillard *et al.* 1984). Les déblais ont ensuite été tamisés et la zone sondée lors de fouilles de sauvetage par J. Gaillard. Les restes humains sont représentés par 26 dents et une centaine de fragments de faible dimension (Riquet et Gilbert 1984). Selon ces auteurs, deux individus seraient représentés : un adulte de sexe féminin et un immature de 9-10 ans²⁸. Après réévaluation des restes osseux et dentaires, aucun élément immature n'a pu être trouvé. Ainsi, les restes humains correspondent à un seul individu adulte (**TABLE XXXI**), dont le sexe ne peut être déterminé. Si jusqu'à présent, seuls les caractères double et primaire de la sépulture étaient discutés (Laporte et Gomez de Soto 2001 ; Zemour 2013), les informations considérées ici sont insuffisantes pour confirmer une inhumation intentionnelle. Si cette dernière hypothèse est favorisée par l'absence de structures contemporaines alentour et l'importance du mobilier associé, la présence même d'une sépulture demeure incertaine.

Table XXXI. L'individu 1 de Germignac.

Site - n°	Germignac - n°156-4 (171.751.020)														
Dents sélectionnées	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
		L	L	L	L	L					L	L	L	L	L
Âge au décès	Adulte (original)														
Sexe	Indéterminé (original)														
Attribution culturelle	Néolithique ancien centre atlantique (Laporte et Gomez de Soto 2001)														
Datation radiocarbone	7165-6785 cal. BP/ 5216-4836 cal. BC (Laporte et Gomez de Soto 2001) (6090 ± 70 BP ; GifA-96770 ; os humain)														

15. GURGY

Le site de plein air de Gurgy « Les Noisats » (Gurgy, Yonne) a été découvert en 1997 lors d'un sondage. Les fouilles menées entre 2004 et 2007, sous la direction de C. Mordant puis S. Rottier, ont révélé une importante nécropole datée la transition du Néolithique ancien au

²⁸ « 1 P2 inférieure aux canaux radiculaires largement ouverts est visiblement en pleine évolution et correspond à un sujet de 9 à 10 ans » [...] « 2 molaires lactéales (d. et g.) confirmant la présence d'un enfant » (Riquet et Gilbert 1984: 117).

Néolithique moyen (Rottier *et al.* 2005 ; Rottier 2007). L'espace sépulcral de 600 m² a livré 121 sépultures dans lesquelles ont été inhumés 128 individus sur une durée de plus d'un millénaire (5100-4000 cal. BC). D'après les datations radiocarbone directes sur restes humains, sa période d'occupation la plus intense se situe entre 4900 et 4500 cal. BC. En plus de la sélection étendue des UM2 pour une analyse du lien entre l'usure occlusale et l'épaisseur de l'émail (**TABLE XXXII**), les restes dentaires de 28 individus de Gurgy, comprenant 16 adultes des deux sexes et 12 immatures, ont été sélectionnés dans cette étude (**TABLE XXXIII**).

Table XXXII. Les individus de Gurgy sélectionnés pour leur UM2.

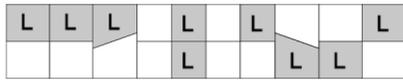
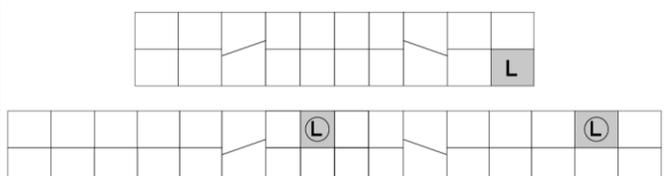
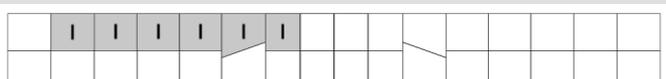
Gurgy – n°	Âge au décès ^a	Sexe ^b	Datation radiocarbone
202	20-49	Masculin	6469-6305 cal. BP/ 4520-4356 cal. BC (5610 ± 40 BP ; Ly-4447 ; os humain)
229	13-16	Indéterminé	
257	> 30	Masculin	6790-6505 cal. BP / 4841-4556 cal. BC (5855 ± 55 BP ; Ly-5881 ; os humain)
289B	> 30	Féminin	6719-6438 cal. BP / 4770-4489 cal. BC (5773 ± 58 BP ; Ly-12934 ; os humain)
291	> 30	Masculin	
292	> 20	Féminin	
245B	> 40	Masculin	4788-4422 cal. BP/ 2839-2473 cal. BC (4050 ± 35 BP ; Ly-4676 ; os humain)
248	> 40	Féminin	6262-5940 cal. BP/ 4313-3991 cal. BC (5303 ± 49 BP ; Ly-12933 ; os humain)
252	> 30	Masculin	6712-6485 cal. BP/ 4763-4536 cal. BC (5790 ± 40 BP ; Ly-6374 ; os humain)
253	20-59	Masculin	6184-5940 cal. BP/ 4235-3991 cal. BC (5280 ± 40 BP ; Ly-4673 ; os humain)
264	14-19	Féminin	
294	> 16	Masculin	
300	> 40	Masculin	

^a Le Roy (2015)

^b os coxal, Le Roy (2015)

Table XXXIII. Les individus de Gurgy.

Gurgy - n°	Dents sélectionnées	Âge au décès ^a	Sexe ^b	Datation radiocarbone
201		16-18	Masculin	7155-6789 cal. BP/ 5206-4840 cal. BC (6070 ± 45 BP ; Ly-5872(SacA-14820) ; os humain)
206		3,5-7 ans	-	-
213		13-20	Féminin	6886-6677 cal. BP/ 4937-4728 cal. BC (5955 ± 40 BP ; Ly-6373 ; os humain)
215A		5-10	-	-
215B		8-14	-	-
223		4-7	-	6719-6485 cal. BP/ 4770-4536 cal. BC (5795 ± 45 BP ; Ly-5875(SacA-14823) ; os humain)
226		1-3	-	-
243B		> 16	Féminin	6777-6558 cal. BP / 4828-4609 cal. BC (5855 ± 40 BP ; Ly-4446(SacA-8629) ; os humain)

(suite)	Dents sélectionnées	Âge au décès ^a	Sexe ^b	Datation radiocarbone
244		1-3	-	-
245A		2-6	-	5873-5607 cal. BP / 3924-3658 cal. BC (4975 ± 35 BP ; Ly-4675 ; os humain)
258		1-2	-	-
277		13-18	Indéterminé	
279		2-5	-	-
301		6-12	-	6712-6485 cal. BP / 4763-4536 cal. BC (5790 ± 40 BP ; Ly-4448(SacA-8631) ; os humain)
308		12-14	-	

^a Le Roy (2015)

^b os coxal, Le Roy (2015)

Table XXXIV. Les individus H1 à H10 de Hoëdic.

Hoëdic - n°		Âge au décès ^c	Sexe ^c	Datation radiocarbone ^d
H1		20-25 ans	Féminin	6641-6452 cal. BP / 4692-4503 cal. BC (5750 ± 35 BP ; OxA-11776 ; os humain)
H2		20-30 ans	Masculin	7408-7005 cal. BP / 5459-5056 cal. BC (6280 ± 60 BP ; OxA-6706 ; os humain)
H3		4-6 ans	-	-
H4		60 ans	Féminin	-
H5		30-40 ans	Masculin	7608-7432 cal. BP / 5659-5483 cal. BC (6645 ± 60 BP ; OxA-6709 ; os humain)
H6		30-40 ans	Masculin	-
H7		25-30 ans	Féminin	-
H8		30-40 ans	Féminin	7157-6793 cal. BP / 5208-4844 cal. BC (6080 ± 60 BP ; OxA-6707 ; os humain)
H9		20-25 ans	Masculin	6670-6415 cal. BP / 4721-4466 cal. BC (5755 ± 55 BP ; OxA-6710 ; os humain)
H10		35-45 ans	Féminin	-

^c crâne, Vallois et de Felice (1977)

^d Schulting et Richards (2001) ; Marchand *et al.* (2009)

16. HOËDIC

L'amas coquillier de Hoëdic (Hoëdic, Morbihan), découvert en 1923 et fouillé par M. et S.-J. Péquart de 1931 à 1934, a livré des vestiges datés de la fin du Mésolithique et du Néolithique, ainsi que huit sépultures mésolithiques (Péquart et Péquart 1934, 1954). Ces inhumations individuelles, doubles et multiples, groupées dans un rayon de 30 m² environ, contenaient au total les restes humains de 14 individus, dont neuf adultes et cinq immatures (Péquart et Péquart 1934, 1954 ; Vallois et de Felice 1977). Les datations radiocarbone montrent une occupation longue de la nécropole mais sont soumises à un effet réservoir important (Schulting 1999 ; Schulting et Richards 2001 ; Marchand *et al.* 2009). Dans le cadre de ce travail, les restes dentaires étudiés appartiennent à dix individus (**H1 à H10, TABLE XXXIV**).

17. HOULEAU

L'abri de Houleau 1 (Sainte-Florence, Gironde) a été découvert en 1953 et fouillé sous la direction de M. Sireix entre 1957 et 1961 (Bordes 1961). Le gisement de Houleau 1 a livré des vestiges datés du Magdalénien moyen et une dent humaine isolée (**TABLE XXXV**) appartenant à un individu adulte (Gambier et Lenoir 1991). Lors de prélèvements sédimentologiques dans le remplissage d'une niche naturelle située à quelques mètres à l'ouest de l'abri magdalénien de Houleau 1, M. Lenoir découvrit des vestiges humains fragmentaires (Gambier et Lenoir 1991). Cet ensemble – nommé Houleau 2 –, fouillé sous la direction de M. Lenoir puis de P. Courtaud entre 1992 et 1997, a livré des restes humains inédits d'au minimum de dix individus : quatre immatures et six adultes (**TABLE XXXVI & TABLE XXXVII**). En l'absence d'industrie lithique, deux prélèvements sur os humains ont été effectués, leurs datations radiocarbone ont révélé un âge mésolithique (Hedges *et al.* 1997, Lenoir, com. pers.).

Table XXXV. La dent isolée 1 de Houleau 1.

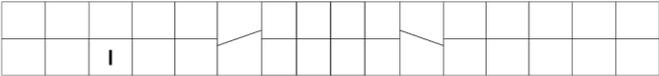
Site - n°	Houleau 1 - dent 1
Dents sélectionnées	
Âge au décès	Adulte (Gambier et Lenoir 1991)
Sexe	-
Attribution culturelle	Magdalénien moyen (Gambier et Lenoir 1991)
Datation radiocarbone	-

Table XXXVI. Les restes dentaires isolés de Houleau 2.

Site - n°	Houleau 2																																												
Dents sélectionnées	<table border="1"> <tr> <td></td><td></td><td>1</td><td>4</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>1</td><td>1</td><td></td><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>1</td><td></td> </tr> </table>															1	4	1	1	1	2	1	1				1	1		1	1						1	1							
			1	4	1	1	1	2	1	1																																			
1	1		1	1						1	1																																		
	<table border="1"> <tr> <td></td><td>1</td><td>1</td><td></td><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>6</td><td>1</td><td>2</td><td></td><td>1</td> </tr> <tr> <td></td><td>1</td><td></td><td>1</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>6</td><td>2</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>														1	1		2	1	2	2	3	2	3	6	1	2		1		1		1	3	2	1	1	1	6	2	1				
	1	1		2	1	2	2	3	2	3	6	1	2		1																														
	1		1	3	2	1	1	1	6	2	1																																		
Âge au décès	Adultes et immatures (original)																																												
Attribution culturelle	Premier Mésolithique (Lenoir, com. pers.)																																												
Datation radiocarbone	10650-10240 cal. BP / 8701-8292 cal. BC (Hedges <i>et al.</i> 1997) (9250 ± 80 BP ; OxA-5683/Lyon-173 ; os humain)																																												

Table XXXVII. Les restes dentaires isolés microtomographiés de Houleau 2.

Site - n°	Houleau 2																																												
Dents sélectionnées	<table border="1"> <tr> <td></td><td></td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>1</td><td></td> </tr> </table>															1					2	1	1								1						1	1							
			1					2	1	1																																			
				1						1	1																																		
	<table border="1"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td><td>1</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>																			1	1	2									1	2				1									
						1	1	2																																					
	1	2				1																																							
Âge au décès	Adultes et immatures (original)																																												
Attribution culturelle	Premier Mésolithique (Lenoir, com. pers.)																																												
Datation radiocarbone	cf. supra																																												

18. LAFAYE

L'abri Lafaye (Bruniquel, Tarn-et-Garonne) a été découvert en 1863 et porte le nom de son découvreur. Lors des fouilles menées par V. Brun entre 1864 et 1866, des vestiges archéologiques attribués au Magdalénien et au Néolithique sont mis au jour, ainsi que les restes humains de trois individus (Brun 1867). Le squelette quasi complet d'un adulte de sexe féminin (**LF24, TABLE XXXVIII**) (Henry-Gambier *et al.* ; Guerret 1953 ; Genet-Varcin et Miquel 1967 ; Villotte 2009) et celui d'un immature âgé entre 2 et 4 ans (**LF25, TABLE XXXIX**) sont découverts dans la couche 3 (Henry-Gambier *et al.* ; Le Roy 2011), alors que le crâne d'un adulte associé à des débris de poterie est découvert près de la paroi de l'abri. Si ce dernier est attribué au Néolithique, les deux premiers appartiennent vraisemblablement à la seule sépulture double connue pour le Magdalénien (Gambier 1990 ; Gambier *et al.* 2000). Les datations radiocarbone directes des squelettes viennent confirmer leur appartenance au Magdalénien moyen (Gambier *et al.* 2000 ; Henry-Gambier *et al.* 2016).

Table XXXVIII. L'individu LF24 de l'abri Lafaye.

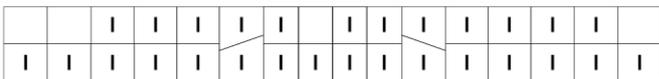
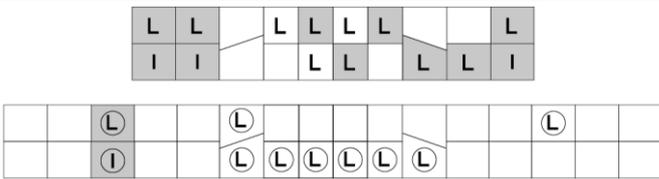
Site - n°	Lafaye – LF24
Dents sélectionnées	
Âge au décès	20-49 ans (Villotte 2009)
Sexe	Féminin (os coxal, Villotte 2009)
Attribution culturelle	Magdalénien moyen (Gambier <i>et al.</i> 2000)
Datation radiocarbone	18864-18196 cal. BP / 16915-16247 cal. BC (Gambier <i>et al.</i> 2000) (15290 ± 150 BP ; GifA-95047 ; os humain)

Table XXXIX. L'individu LF25 de l'abri Lafaye.

Site - n°	Lafaye – LF25
Dents sélectionnées	
Âge au décès	24-44 mois (original)
Sexe	-
Attribution culturelle	Magdalénien moyen (Henry-Gambier, com. pers.)
Datation radiocarbone	Inédit (os humain, Henry-Gambier <i>et al.</i> 2016)

19. LA LÈDE DU GURP

Découvert en 1972, le site de plein air de la Lède du Gurg (Grayan-et-l'Hôpital, Gironde) a été fouillé sous la direction de G. Frugier de 1972 à 1983, puis de J. Roussot-Larroque de 1984 à 1995. Les fouilles ont mis au jour une chronologie d'occupation longue, allant du la fin du Paléolithique supérieur à l'Âge du Fer (Roussot-Larroque 1977, 1995, 1997, 1998 ; Marambat et Roussot-Larroque 1989). Les vestiges humains isolés et épars d'un individu adulte (**TABLE XL**) ont été découverts en 1995 et attribués au Néolithique moyen (Roussot-Larroque, com. pers.). Une datation radiocarbone est en cours pour confirmer cette attribution.

Table XL. Le fragment de maxillaire de La Lède du Gurg.

Site - n°	La Lède du Gurg – maxillaire
Dents sélectionnées	

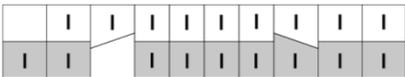
(suite page suivante)

(suite)	La Lède du Gulp – maxillaire
Âge au décès	Adulte (original)
Sexe	-
Attribution culturelle	Néolithique moyen (Roussot-Larroque, com. pers.)
Datation radiocarbone	En cours (os humain)

20. LA MADELEINE

L'abri de La Madeleine (Tursac, Dordogne), le site éponyme du Magdalénien, a été découvert en 1863 par E. Lartet et H. Christy, puis fouillé à de nombreuses reprises par E. Lartet, E. Carthailac, D. Peyrony puis J.M. Bouvier (Bouvier 1971). En 1926, la sépulture d'un individu immature (**LM4, TABLE XLI**) est mise au jour lors des fouilles de D. Peyrony (Peyrony 1926). D'abord attribuée au Magdalénien final (Capitan et Peyrony 1928), les vestiges de cet enfant âgé entre 2 et 4 ans (Heim 1991 ; Bayle 2008b) ont fait l'objet d'une datation radiocarbone directe, qui place la sépulture de cet individu immature au sein de l'Azilien (Gambier *et al.* 2000).

Table XLI. L'individu 4 de La Madeleine.

Site - n°	La Madeleine – LM4
Dents sélectionnées	
Âge au décès	2-4 (Heim 1991 ; Bayle 2008b)
Sexe	-
Attribution culturelle	Azilien (Gambier <i>et al.</i> 2000)
Datation radiocarbone	12377-11398 cal. BP / 10428-9449 cal. BC (Gambier <i>et al.</i> 2000) (10190 ± 70 BP ; GifA-95457 ; os humain)

21. LA MARCHE

La grotte de La Marche (Lussac-les-Châteaux, Vienne) a été découverte en 1937 par L. Péricard, qui y mena des fouilles avec S. Lwoff en 1937 et 1938 (Péricard et Lwoff 1940). Le Dr Pradel fouilla brièvement en 1957, puis J. Airvaux reprit la stratigraphie et réalisa le tamisage complet des sédiments de 1988 à 1993. J. Airvaux (2001 ; Airvaux *et al.* 2012) rapporte une couche archéologique unique datée du Magdalénien moyen, mais D. Henry-Gambier (2010) rappelle la présence de vestiges historiques au sommet de la séquence.

Les restes humains, inventoriés par D. Henry-Gambier (2010), sont constitués d'un fragment de mandibule d'adulte sans dents et de trois dents isolées issues des fouilles L. Péricard et S. Lwoff puis L. Pradel. Une série plus importante de vestiges humains provient du tamisage des déblais par J. Airvaux : elle est composée d'un fragment de pariétal, de quatre fragments de mandibule et de 35 dents isolées. Ces vestiges appartiennent à un minimum de neuf individus : trois adultes et six immatures (**TABLE XLII À TABLE L**) et ont été datés directement du Magdalénien moyen (Henry-Gambier, com. pers.).

Table XLII. L'individu 1 de La Marche.

Site - n°	La Marche – Individu 1
Dents sélectionnées	
Âge au décès	10-24 mois (original)
Sexe	-
Attribution culturelle	Magdalénien moyen (Henry-Gambier, com. pers.)
Datation radiocarbone	-

Table XLIII. L'individu 2 de La Marche.

Site - n°	La Marche – Individu 2
Dents sélectionnées	
Âge au décès	Adulte (original)
Sexe	-
Attribution culturelle	Magdalénien moyen (Henry-Gambier, com. pers.)
Datation radiocarbone	-

Table XLIV. L'individu 3 de La Marche.

Site - n°	La Marche – Individu 3
Dents sélectionnées	
Âge au décès	3,5-7 ans (original)

(suite page suivante)

(suite)	La Marche – Individu 3
Attribution culturelle	Magdalénien moyen (Henry-Gambier, com. pers.)
Datation radiocarbone	-

Table XLV. L'individu 4 de La Marche.

Site - n°	La Marche – Individu 4
Dents sélectionnées	
Âge au décès	7-13 ans (original)
Sexe	-
Attribution culturelle	Magdalénien moyen (Henry-Gambier, com. pers.)
Datation radiocarbone	-

Table XLVI. L'individu 5 de La Marche.

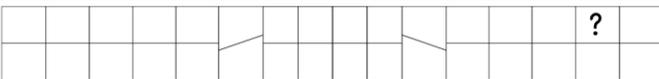
Site - n°	La Marche – Individu 5
Dents sélectionnées	
Âge au décès	Adulte (original)
Sexe	-
Attribution culturelle	Magdalénien moyen (Henry-Gambier, com. pers.)
Datation radiocarbone	-

Table XLVII. L'individu 6 de La Marche.

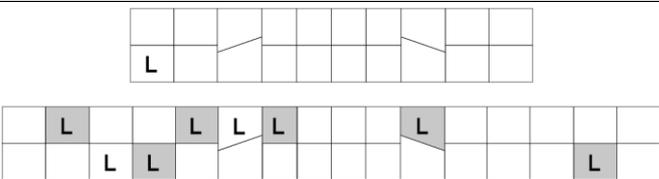
Site - n°	La Marche – Individu 6
Dents sélectionnées	
Âge au décès	7-12 ans (original)
Sexe	-
Attribution culturelle	Magdalénien moyen (Henry-Gambier, com. pers.)
Datation radiocarbone	-

Table XLVIII. L'individu 7 de La Marche.

Site - n°	La Marche – Individu 7																																								
Dents sélectionnées	<table border="1"> <tr> <td>L</td><td>L</td><td></td><td>L</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>L</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>L</td> </tr> <tr> <td>L</td><td>L</td><td></td><td></td><td>L</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>L</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>L</td> </tr> </table>	L	L		L					L											L	L	L			L						L									L
L	L		L					L											L																						
L	L			L						L									L																						
Âge au décès	16,5-25,5 ans (original)																																								
Sexe	-																																								
Attribution culturelle	Magdalénien moyen (Henry-Gambier, com. pers.)																																								
Datation radiocarbone	Inédite (os humain, Henry-Gambier, com. pers.)																																								

Table XLIX. L'individu 8 de La Marche.

Site - n°	La Marche – Individu 8																																										
Dents sélectionnées	<table border="1"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>L</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>L</td> </tr> </table>																						L																				L
L																				L																							
Âge au décès	> 26 mois (original)																																										
Sexe	-																																										
Attribution culturelle	Magdalénien moyen (Henry-Gambier, com. pers.)																																										
Datation radiocarbone	-																																										

Table L. L'individu 9 de La Marche.

Site - n°	La Marche – Individu 9																																										
Dents sélectionnées	<table border="1"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>L</td> </tr> </table>																																										L
																				L																							
Âge au décès	> 26 mois (original)																																										
Sexe	-																																										
Attribution culturelle	Magdalénien moyen (Henry-Gambier, com. pers.)																																										
Datation radiocarbone	-																																										

22. LE MORIN

L'abri du Morin (Pessac-sur-Dordogne, Gironde), découvert en 1954 par R. Deffarge et fouillé par ce dernier entre 1954 et 1958 (Deffarge 1956), a livré des vestiges archéologiques datés du Magdalénien au Laborien (Bordes et de Sonneville-Bordes 1979 ; Mallye *et al.* 2015) : l'ensemble A, subdivisé en quatre niveaux (I à IV), est daté du Magdalénien supérieur ; et l'ensemble B, subdivisé en deux niveaux BI et BII, du Magdalénien final (Bouvier 1971 ; Bordes et de Sonneville-Bordes 1979). Les vestiges humains proviennent des

niveaux AIV, AII, BII et BI et appartiennent à un minimum de 8 individus, 2 adultes et 6 immatures (Gambier et Lenoir 1991). Les restes dentaires étudiés ici appartiennent à deux individus immatures (**TABLE LI & TABLE LII**) et deux individus adultes (**TABLE LIII & TABLE LIV**), une datation directe vient confirmer leur attribution au Magdalénien supérieur (Henry-Gambier, com. pers.).

Table LI. L'individu immature 1 du Morin.

Site - n°	Le Morin – MOR1 (LM1, 2, 4)
Dents sélectionnées	
Âge au décès	7,5-12,5 ans (original)
Sexe	-
Attribution culturelle	Magdalénien supérieur (Henry-Gambier, com. pers.)
Datation radiocarbone	Inédite (os humain, Henry-Gambier, com. pers.)

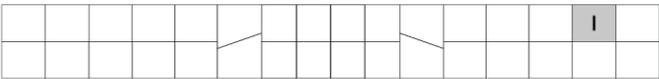
Table LII. L'individu immature 2 du Morin.

Site - n°	Le Morin – MOR2 (LM5, 6)
Dents sélectionnées	
Âge au décès	10-26 mois (original)
Sexe	-
Attribution culturelle	Magdalénien supérieur (Henry-Gambier, com. pers.)
Datation radiocarbone	Inédite (os humain, Henry-Gambier, com. pers.)

Table LIII. L'individu adulte 3 du Morin.

Site - n°	Le Morin – MOR3 (LM7)
Dents sélectionnées	
Âge au décès	> 7 ans (original)
Sexe	-
Attribution culturelle	Magdalénien supérieur (Henry-Gambier, com. pers.)
Datation radiocarbone	Inédite (os humain, Henry-Gambier, com. pers.)

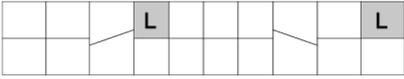
Table LIV. L'individu adulte 4 du Morin.

Site - n°	Le Morin – MOR4 (LM8)
Dents sélectionnées	
Âge au décès	Adulte (original)
Sexe	-
Attribution culturelle	Magdalénien supérieur (Henry-Gambier, com. pers.)
Datation radiocarbone	Inédite (os humain, Henry-Gambier, com. pers.)

23. MOULIN NEUF

L'abri de Moulin Neuf (Saint-Quentin-de-Baron, Gironde) a été découvert par R. Cousté en 1939 (Cousté 1959). Les fouilles sous la direction de ce dernier, puis de M. Lenoir entre 1975 et 1980, ont livré une occupation datée du Magdalénien moyen et des dépôts holocènes pauvres en vestiges archéologiques (Lenoir 1983). Les vestiges humains proviennent de la couche 2, attribuée au Magdalénien moyen, et sont représentés par trois restes dentaires et une phalange (Gambier et Lenoir 1991 ; Gambier et Houët 1993). Les dents étudiées ici appartiennent à un individu immature de moins de 2 ans (**TABLE LV**).

Table LV. L'individu 1 de Moulin Neuf.

Site - n°	Moulin Neuf – Individu 1
Dents sélectionnées	
Âge au décès	11-21 mois (original)
Sexe	-
Attribution culturelle	Magdalénien moyen (Gambier et Lenoir 1991) 18460-16205 cal. BP / 16511-14256 cal. BC (Gambier et Lenoir 1991)
Datation radiocarbone	(14280 ± 440 BP ; Ly-2275 ; os de faune, couche 2b) 17189-15650 cal. BP / 15240-13701 cal. BC (Gambier et Houët 1993) (13570 ± 260 BP ; Ly-2352 ; os de faune, couche 2a)

24. MYKOLAS

Anciennement grotte du Piale et connue de longue date, la grotte Mykolas (Le Bugue, Dordogne), a été explorée en 2005 par les spéléologues J.-M. Degeix et E. Castang qui ont identifié plusieurs concentrations de vestiges humains à proximité des parois (Chancerel *et al.* 2007). Les fouilles, réalisées entre 2006 et 2012 sous la direction d'A. Chancerel, ont mis en évidence une occupation funéraire datant du Néolithique moyen, et ont livré un minimum de dix individus (Chancerel *et al.* 2007, 2011). Sept datations sur os humains ont été réalisées sur les vestiges humains, confirmant l'attribution de cette sépulture collective au Néolithique moyen. Dans le cadre de ce travail, les restes dentaires analysés correspondent à un minimum de trois individus adultes et un individu immature (**TABLE LVI**).

Table LVI. Les restes dentaires isolés de la grotte Mykolas.

Site - n°	Mykolas														
Dents sélectionnées	2	3	1	1	1	1	2	2	1	1				1	
		1	1		2	1	2	1					1	1	1
Âge au décès	Adultes et immature (original)														
Attribution culturelle	Néolithique moyen (Chancerel <i>et al.</i> 2011)														
Datation radiocarbone	6171-5907 cal. BP / 4222-3958 cal. BC (Chancerel <i>et al.</i> 2011) (5210 ± 35 BP ; Lyon-6225 ; os humain)														
	5994-5766 cal. BP / 4045-3817 cal. BC (Chancerel <i>et al.</i> 2011) (5165 ± 35 BP ; Lyon-6226 ; os humain)														
	5985-5750 cal. BP / 4036-3801 cal. BC (Chancerel <i>et al.</i> 2011) (5130 ± 35 BP ; Lyon-7839 ; os humain)														
	5909-5746 cal. BP / 3960-3797 cal. BC (Chancerel <i>et al.</i> 2011) (5080 ± 30 BP ; Lyon-7840 ; os humain)														
	5915-5746 cal. BP / 3966-3797 cal. BC (Chancerel <i>et al.</i> 2011) (5090 ± 35 BP ; Lyon-7841 ; os humain)														
	5915-5749 cal. BP / 3966-3800 cal. BC (Chancerel <i>et al.</i> 2011) (5095 ± 30 BP ; Lyon-7842 ; os humain)														
	5890-5610 cal. BP / 3941-3661 cal. BC (Chancerel <i>et al.</i> 2011) (4990 ± 40 BP ; Poz-14917 ; os humain)														

25. PENDIMOUN

L'abri Pendimoun (Castellar, Alpes-Maritimes) a été découvert dans les années 50 par L. Barral. Fouillé par ce dernier en 1955-56 (Barral 1958), une série d'opérations ont été reprises entre 1985 et 1992, puis 1997 et 2006, sous la direction de D. Binder. Plusieurs occupations de l'Épipaléolithique à l'époque moderne ont été mises en évidence (Binder *et al.*

1993). Les vestiges humains, découverts en 1955 (**H1, TABLE LVII**), 1989 (**F1, TABLE LVIII & F2, TABLE LIX**) et 2005 (H2), appartiennent à quatre individus adultes (2 hommes et 2 femmes), inhumés dans des sépultures primaires individuelles (Binder *et al.* 1993). Seuls F1, F2 et H2 sont à relier à l'horizon stratigraphique « Pendimoun 2 » et donc dater du cardial ancien (Binder 2005 ; Binder et Sénépart 2010).

Table LVII. L'individu H1 de Pendimoun.

Site - n°	Pendimoun – H2
Dents sélectionnées	
Âge au décès	Adulte (Binder <i>et al.</i> 1993)
Sexe	Masculin (os coxal, Duday, com. pers.)
Attribution culturelle	Néolithique ancien cardial (Binder et Sénépart 2010)
Datation radiocarbone	7431-7288 cal. BP / 5482-5339 cal. BC (Binder et Sénépart 2010) (6450 ± 40 BP ; GrA-32061 ; os humain)

Table LVIII. L'individu F1 de Pendimoun.

Site - n°	Pendimoun – F1
Dents sélectionnées	
Âge au décès	Adulte (Binder <i>et al.</i> 1993)
Sexe	Féminin (os coxal, Binder <i>et al.</i> 1993)
Attribution culturelle	Néolithique ancien cardial (Binder et Sénépart 2010)
Datation radiocarbone	7430-7280 cal. BP / 5481-5331 cal. BC (Binder et Sénépart 2010) (6445 ± 40 BP ; GrA-26893 ; os humain)

Table LIX. L'individu F2 de Pendimoun.

Site - n°	Pendimoun – F2
Dents sélectionnées	
Âge au décès	Adulte (Binder <i>et al.</i> 1993)
Sexe	Féminin (os coxal, Binder <i>et al.</i> 1993)
Attribution culturelle	Néolithique ancien cardial (Binder et Sénépart 2010)
Datation radiocarbone	7428-7280 cal. BP / 5479-5331 cal. BC (Binder et Sénépart 2010) (6440 ± 40 BP ; GrA-26894 ; os humain)

26. LES PERRATS

La grotte des Perrats (Agris, Charente) a été découverte en 1981 par des spéléologues. Elle a été fouillée pendant plus de 20 ans, de 1981 à 1984 sous la direction de J. Gomez de Soto, puis entre 2002 et 2008 sous la direction de B. Boulestin. Les fouilles ont mis au jour des occupations de la fin du Premier Mésolithique au Moyen Âge classique (Gomez de Soto et Boulestin 1996 ; Boulestin 1999, 2010). Dans le niveau mésolithique, le complexe 1150 a livré des vestiges humains très fragmentés associés à des restes fauniques. La grande majorité de ces restes humains, appartenant à un minimum de huit individus (dont cinq adultes et trois immatures), présentent de nombreuses modifications d'origine anthropiques (Boulestin 1999, 2010). Les restes dentaires étudiés ici correspondent à un minimum de quatre individus : deux immatures (**TABLE LX & TABLE LXI**) et deux adultes (**TABLE LXII & TABLE LXIII**).

Table LX. Le fragment de mandibule immature PER-3221 des Perrats.

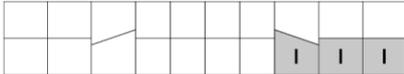
Site - n°	Perrats – PER-3221-1150
Dents sélectionnées	
	
Âge au décès	4,5-8,5 ans (original)
Sexe	-
Attribution culturelle	Premier Mésolithique (Boulestin 1999, 2010)
Datation radiocarbone	9295-8656 cal. BP / 7346-6707 cal. BC (Boulestin 1999, 2010) (8100 ± 90 BP ; Gif-95476 ; os humain) 9257-9018 cal. BP / 7308-7069 cal. BC (Boulestin 1999, 2010) (8175 ± 40 BP ; Ly-5194(GrA) ; os humain)

Table LXI. La dent décimale isolée des Perrats.

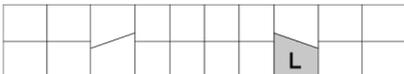
Site - n°	Perrats – PER-593
Dents sélectionnées	
Âge au décès	16-32 mois (original)
Sexe	-
Attribution culturelle	Premier Mésolithique (Boulestin 1999, 2010)
Datation radiocarbone	-

Table LXII. L'adulte 1 des Perrats.

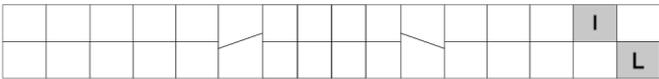
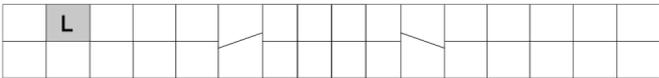
Site - n°	Perrats – PER-C20 et PER-C19
Dents sélectionnées	
Âge au décès	Adulte (original)
Sexe	-
Attribution culturelle	Premier Mésolithique (Boulestin 1999, 2010)
Datation radiocarbone	-

Table LXIII. L'adulte 2 des Perrats.

Site - n°	Perrats – PER08-3021-76
Dents sélectionnées	
Âge au décès	Adulte (original)
Sexe	-
Attribution culturelle	Premier Mésolithique (Boulestin 1999, 2010)
Datation radiocarbone	-

27. LE PEYRAT

La grotte du Peyrat (Saint-Rabier, Dordogne), découverte en 1912, a été fouillée entre 1954 et 1967 par A. Cheynier, qui y mis au jour des vestiges archéologiques datés du Magdalénien supérieur, de l'Azilien et du Sauveterrien (Cheynier 1964 ; Cleyet-Merle 1988). L'histoire de fouille de ce site est complexe, et les informations archéologiques sont compliquées par les différentes appellations (Le Peyrat et/ou Saint-Rabier). Les vestiges humains appartiendraient à un minimum de six individus : des fragments crâniens et dentaires (LP1 à LP4) sont attribués au Magdalénien supérieur, deux squelettes quasi complets (LP5 et LP6) et un fragment de mandibule (LP7) ont été découverts dans les niveaux aziliens, et une prémolaire isolée (Saint-Rabier 1) est rapportée au niveau sauvetterien (Patte 1963, 1968). Les datations radiocarbone des vestiges de ces deux squelettes ont confirmé que l'individu LP5 appartient bien au niveau azilien, tandis que l'individu LP6 est une intrusion médiévale (Drucker 2001). Seul l'individu LP5 (**TABLE LXIV**) dont la datation radiocarbone confirme son attribution à l'Azilien est étudié dans le présent travail.

Table LXIV. L'individu LP5 du Peyrat.

Site - n°	Peyrat – Individu LP5
Dents sélectionnées	
Âge au décès	Adulte (Patte 1968)
Sexe	Masculin (crâne, Patte 1968)
Attribution culturelle	Azilien (Drucker 2001)
Datation radiocarbone	13570-13020 cal. BP / 11621-11071 cal. BC (Drucker 2001) (11430 ± 150 BP ; GifA-99117 ; os humain)

28. PEYRAZET

La grotte-abri de Peyrazet (Creysse, Lot) a été découverte en 1990 par L. Cadilhac lors de prospections spéléologiques. Lors d'un premier sondage en 1991 par P. Chalard (Chalard 1992), plusieurs occupations de la fin du Paléolithique supérieur ont été mises en évidence. La reprise des fouilles de 2008 à 2014 par M. Langlais et V. Laroulandie a permis de mettre en évidence un niveau supérieur azilien, et de rattacher l'ensemble inférieur au Magdalénien supérieur (Langlais *et al.* 2009). Les restes humains sont représentés par trois dents isolées (**TABLE LXV & TABLE LXVII**) appartenant à au moins un immature âgé entre 16 et 52 mois. Initialement découverts dans les couches 5, 4 et 3, ces restes dentaires ont tous été réattribués au sommet de la couche 4 datée du Magdalénien supérieur après réévaluation de la séquence archéostratigraphique (Langlais, com. pers.).

Table LXV. La dent isolée PRZ2-N6A-16-3 de Peyrazet.

Site - n°	Peyrazet – PRZ2-N6A-16-3
Dents sélectionnées	
Âge au décès	24-40 mois (original)
Sexe	-
Attribution culturelle	Magdalénien supérieur (Langlais, com. pers.)
Datation radiocarbone	ca. 12800-12200 BP (Langlais, com. pers.)

Table LXVI. La dent isolée PRZ2-N6A-16-3 de Peyrazet.

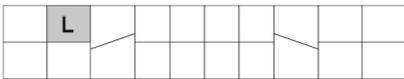
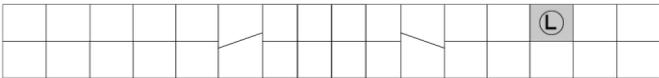
Site - n°	Peyrazet – PRZ12-L4B-d3-4
Dents sélectionnées	
Âge au décès	16-31 mois (original)
Sexe	-
Attribution culturelle	Magdalénien supérieur (Langlais, com. pers.)
Datation radiocarbone	ca. 12800-12200 BP (Langlais, com. pers.)

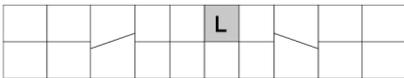
Table LXVII. La dent isolée PRZ2-N6A-16-3 de Peyrazet.

Site - n°	Peyrazet – PRZ14-K6D-5-300
Dents sélectionnées	
Âge au décès	31-52 mois (original)
Sexe	-
Attribution culturelle	Magdalénien supérieur (Langlais, com. pers.)
Datation radiocarbone	ca. 12800-12200 BP (Langlais, com. pers.)

29. LES PEYRUGUES

L'abri des Peyrugues (Orniac, Lot) a été découvert en 1984, puis sondé par A. Turq la même année. Les fouilles menées entre 1985 et 2002 sous la direction de M. Allard ont livré des occupations datées du Gravettien, du Solutréen, du Badegoulien et du Magdalénien (Allard 1992 ; Allard *et al.* 2005 ; Langlais 2007). Les restes humains de plusieurs individus adultes et immatures ont été mis au jour dans la couche 3 attribuée au Magdalénien moyen, et les couches 7 et 9 badegouliennes (Gambier et Houët 1993). Les dents étudiées ici appartiennent à deux individus immatures (**TABLE LXVIII & TABLE LXIX**) provenant de la couche 3 magdalénienne.

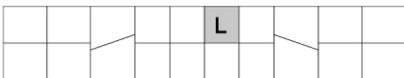
Table LXVIII. La dent isolée 12A-C3-162-11-12 des Peyrugues.

Site - n°	Peyrugues – 12A-C3-162-11-12
Dents sélectionnées	
Âge au décès	25-30 mois (original)

(suite page suivante)

(suite)	Peyrugues – 12A-C3-162-11-12
Sexe	-
Attribution culturelle	Magdalénien moyen (Allard 1992)
Datation radiocarbone	17292-16559 cal. BP / 15343-14610 cal. BC (Langlais 2007) (13960 ± 100 BP ; Ly-3600 ; os de faune, couche 3) 16810-16290 cal. BP / 14861-14341 cal. BC (Langlais 2007) (13700 ± 60 BP ; Ly-3599 ; os de faune, couche 3)

Table LXIX. La dent isolée 12A-C3-162-17 des Peyrugues.

Site - n°	Peyrugues – 12A-C3-162-17
Dents sélectionnées	
Âge au décès	24-32 mois (original)
Sexe	-
Attribution culturelle	Magdalénien moyen (Allard 1992)
Datation radiocarbone	17292-16559 cal. BP / 15343-14610 cal. BC (Langlais 2007) (13960 ± 100 BP ; Ly-3600 ; os de faune, couche 3) 16810-16290 cal. BP / 14861-14341 cal. BC (Langlais 2007) (13700 ± 60 BP ; Ly-3599 ; os de faune, couche 3)

30. LA PISCINE

L'abri sous roche de La Piscine (Montmorillon, Vienne) a été découvert fortuitement en 1966 lors de travaux de terrassement de la piscine municipale (d'où son nom). Fouillé entre 1968 et 1982 sous la direction de P. Marcel (Guillien 1972), le gisement de la Piscine a livré une occupation magdalénienne (Guillien 1968, 1970, 1972 ; Vandermeersch 1976, 1978) : avec un ensemble supérieur (niveau D/E) daté du Magdalénien supérieur, et un ensemble inférieur (niveau B/C) daté du Magdalénien moyen (et rattaché au faciès à Lussac-Angles) (Delage 2011, 2012). Des restes humains isolés ont été découverts durant les fouilles de P. Marcel (Vandermeersch 1980, 1983), ils sont attribués à deux individus adultes (**HOMO 1, TABLE LXX & HOMO 3, TABLE LXXI**) et un troisième immature (Homo 2, non étudié ici) (Lacy *et al.*, en préparation).

Table LXX. L'individu Homo 1 de La Piscine.

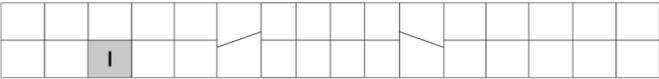
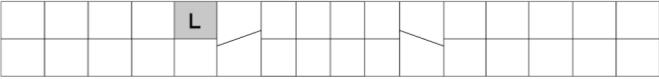
Site - n°	La Piscine – Homo 1
Dents sélectionnées	
Âge au décès	> 15 (original)
Sexe	-
Attribution culturelle	Magdalénien supérieur (Delage, com. pers.)
Datation radiocarbone	ca. 13500-12000 BP (Delage, com. pers.)

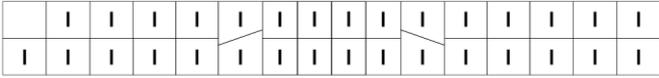
Table LXXI. L'individu Homo 3 de La Piscine.

Site - n°	La Piscine – Homo 3
Dents sélectionnées	
Âge au décès	Adulte (original)
Sexe	-
Attribution culturelle	Magdalénien moyen (Delage, com. pers.)
Datation radiocarbone	ca. 15500-13900 BP (Delage, com. pers.)

31. POEYMAÛ

Découverte en 1922 par le spéléologue M. Bassier, la grotte de Poeymaü (Arudy, Pyrénées-Atlantiques) a subi de nombreuses opérations clandestines. Les fouilles entre 1948 et 1959 sous la direction de G. Laplace puis entre 1978 et 1987 sous la direction de M. Livache, ont livré des niveaux archéologiques datés du Magdalénien au Chalcolithique (Laplace 1951 ; Laplace-Jauretche 1953 ; Livache *et al.* 1984). La sépulture d'un adolescent (**TABLE LXXII**) a été découverte en 1949 à la base de la couche 3, attribuée au Mésolithique (Laplace 1951 ; Livache *et al.* 1984 ; Marsan 1987, 2009). L'étude anthropologique a été réalisée par Vallois et de Felice (1977).

Table LXXII. L'individu Arudy 2 de Poeymaü.

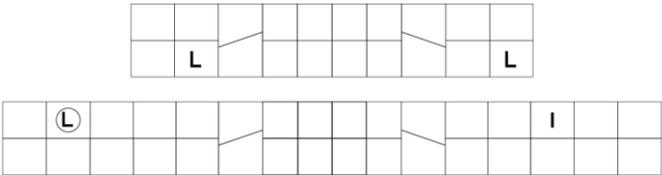
Site - n°	Poeymaü – Arudy 2
Dents sélectionnées	
Âge au décès	12-14 ans (Vallois et de Felice 1977)
Sexe	-

(suite)	Poeymaü – Arudy 2
Attribution culturelle	Premier Mésolithique (Livache <i>et al.</i> 1984)
Datation radiocarbone	10147-8543 cal. BP / 8198-6594 cal. BC (Livache <i>et al.</i> 1984) (8300 ± 300 BP ; Ly-1382 ; charbon) 10560-8539 cal. BP / 8611-6590 cal. BC (Livache <i>et al.</i> 1984) (8490 ± 400 BP ; Ly-1389 ; os)

32. PONT D'AMBON

L'abri du Pont d'Ambon a été découvert en 1969 par G. Célérier et les fouilles menées par ce dernier, entre 1970 et 1990, ont livré des occupations datées du Magdalénien supérieur et de l'Azilien et du Laborien (Célérier *et al.* 1997 ; Célérier 1998). Les vestiges humains ont été découverts en 1980 et 1981 dans la couche 2 sommitale, attribuée à l'Azilien terminal à affinités laboriennes. Ils sont représentés par des dents isolées, des fragments de maxillaire et de mandibule, et un métacarpien (Gambier 1994). Ces restes représentent un nombre minimum de deux individus, l'un adulte et l'autre immature. Deux dents déciduales et deux dents permanentes de ce dernier sont étudiées ici (**TABLE LXXIII**).

Table LXXIII. L'individu immature de Pont'Ambon.

Site - n°	Pont d'Ambon – Individu 1
Dents sélectionnées	
Âge au décès	8-12 ans (Gambier 1994)
Sexe	-
Attribution culturelle	Azilien (Célérier 1998)
Datation radiocarbone	11249-10607 cal. BP / 9300-8658 cal. BC (Célérier 1998) (9640 ± 120 BP ; Gif-3740 ; couche 2)

33. LE RASTEL

Découverte en 1961 puis fouillée sous la direction de L. Barral, la grotte du Rastel (Peillon, Alpes-Martitimes) a livré les vestiges archéologiques datés du Mésolithique au Bronze final (Barral et Primard 1962). Le squelette relativement complet d'un individu adulte de sexe masculin (**TABLE LXXIV**) a été découvert dans la couche 5 en 1961 (Barral et Primard 1962 ; Constandse-Westermann *et al.* 1982 ; Barral et Riquet 1984). Les quelques éléments lithiques

et malacologiques associés à la fosse sépulcrale ont conduit les auteurs à considérer le squelette comme Mésolithique (Barral et Primard 1962 ; Barral et Riquet 1984). Une révision du matériel archéologique et une datation radiocarbone directe ont permis d'attribuer l'individu du Rastel au Néolithique moyen (Le Bras-Goude *et al.* 2006b).

Table LXXIV. L'individu 1 du Rastel.

Site - n°	Le Rastel – Individu 1																																								
Dents sélectionnées	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td></td><td> </td><td></td><td></td><td> </td><td> </td> </tr> <tr> <td> </td><td> </td> </tr> </table>																																								
Âge au décès	20-49 ans (Goude 2007)																																								
Sexe	Masculin (crâne, Constandse-Westermann <i>et al.</i> 1982)																																								
Attribution culturelle	Néolithique moyen (Le Bras-Goude <i>et al.</i> 2006b)																																								
Datation radiocarbone	6667-6471 cal. BP / 4718-4522 cal. BC (Le Bras-Goude <i>et al.</i> 2006b) 5770 ± 41 BP ; KIA-28239 ; os humain)																																								

34. ROC-DE-CAVE

L'abri sous roche de Roc-de-Cave (Saint-Cirq-Madelon, Lot) a été découvert et fouillé en 1928 par M. Vialle (Blanchard 1934). Au cours des fouilles clandestines menées par ce dernier, des vestiges archéologiques datés de l'Aurignacien, du Solutréen, du Magdalénien et de l'Azilien ont été recueillis (Blanchard 1934 ; Bouvier 1971), ainsi que le squelette quasi complet d'un adolescent (**TABLE LXXV**) découvert à l'entrée de l'abri sous roche (Blanchard 1934 ; Bresson 2000). En l'absence de compte rendu de terrain et d'indication précise sur l'origine stratigraphique du squelette, la présence d'une sépulture est plausible, mais non démontrée (Bresson 2000 ; Gambier *et al.* 2000) et l'attribution chronoculturelle des vestiges humains est longtemps restée incertaine jusqu'à sa datation directe (Gambier *et al.* 2000).

Table LXXV. L'individu 1 de Roc-de-Cave.

Site - n°	Roc-de-Cave – Individu 1																																								
Dents sélectionnées	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td></td><td></td><td> </td><td></td><td></td><td> </td><td> </td> </tr> <tr> <td> </td><td> </td> </tr> </table>																																								
Âge au décès	15-18 ans (Bresson 2000)																																								
Sexe	Indéterminé (os coxal, Bresson 2000)																																								
Attribution culturelle	Azilien (Henry-Gambier, com. pers.)																																								
Datation radiocarbone	13320-12753 cal. BP / 11371-10804 cal. BC (Gambier <i>et al.</i> 2000) 11210 ± 140 BP ; GifA-95048 ; os humain)																																								

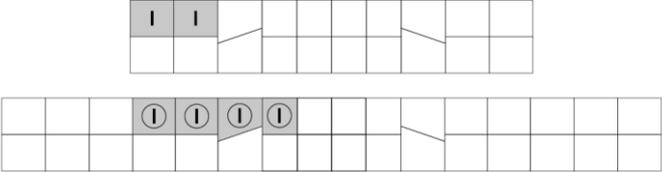
35. ROCHEREIL

La grotte de Rochereil (Grand-Brassac, Gironde) a été fouillée entre 1935 et 1939 par le Dr P.-É. Jude (Jude 1960) et a livré des occupations datées du Magdalénien supérieur et final (couche II) et de l'Azilien (couche III) (Jude 1960). Les restes humains sont attribuables à cinq individus. Lors des fouilles du Dr Jude, sont découverts en 1938 le squelette d'un adulte (R1) (Vaufrey 1938 ; Vallois 1971, 1974 ; Ferembach 1974b ; Vallois et de Felice 1977 ; Mafart *et al.* 2007), ainsi que les vestiges fragmentaires de deux individus calcinés (R2), puis en 1939, le crâne et la mandibule d'un individu immature (R3) (Vallois 1971 ; Mafart *et al.* 2007 ; Mafart 2009). À la suite de fouille clandestine, un hémi-maxillaire droit d'un second individu immature a été recueilli en 1972 dans les déblais par G. Célérier. Ce dernier individu et Rochereil 1 sont étudiés ici (**TABLE LXXVI & TABLE LXXVII**).

Table LXXVI. L'individu 1 de Rochereil.

Site - n°	Rochereil – Individu 1
Dents sélectionnées	
Âge au décès	40-50 ans (Ferembach 1974b)
Sexe	Masculin (crâne, Ferembach 1974b)
Attribution culturelle	Azilien (Jude 1960)
Datation radiocarbone	13230-13037 cal. BP / 11281-11088 cal. BC (Mafart <i>et al.</i> 2007) 11255 ± 50 BP ; OxA-16932 ; os humain, R3)

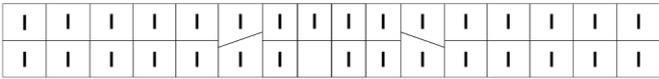
Table LXXVII. Le maxillaire issu des déblais de Rochereil.

Site - n°	Rochereil – maxillaire
Dents sélectionnées	
Âge au décès	3,5-7,5 ans (original)
Sexe	-
Attribution culturelle	Azilien (Jude 1960)
Datation radiocarbone	-

36. SAINT-GERMAIN-LA-RIVIÈRE

L’abri de Saint-Germain-la-Rivière (Saint-Germain-La-Rivière, Gironde) a été découvert en 1929 par H. Mirande et R. Lepront (Lepront et Mirande 1933). Fouillé sous la direction de R. Blanchard (entre 1933 et 1949), puis G. Trécolle (dans les années 60), ce gisement a livré des occupations du Magdalénien ancien et moyen. Un squelette complet a été découvert en 1934 dans la terrasse supérieure (couche B) (Blanchard 1935) : il s’agit de la sépulture d’une jeune femme adulte (**STG1, TABLE LXXVIII**) inhumée avec un mobilier important (Blanchard *et al.* 1972 ; Gambier *et al.* 2000 ; Henry-Gambier *et al.* 2002 ; Vanhaeren et d’Errico 2003). Les restes isolés d’au moins six individus immatures et neuf individus adultes (STG2-17) ont été découverts dans les niveaux B (terrasse inférieure), C, C1 et C2 (Gambier et Lenoir 1991 ; Gambier et Houët 1993). Si ces restes proviennent « incontestablement des couches magdaléniennes » (Gambier et Lenoir 1991: 17), leur appartenance au Magdalénien moyen est probable et n’ont donc pas été retenus dans la présente étude.

Table LXXVIII. L’individu 1 de Saint-Germain-la-Rivière.

Site - n°	Saint-Germain-la-Rivière – Individu 1
Dents sélectionnées	
Âge au décès	Adulte jeune (Henry-Gambier <i>et al.</i> 2002)
Sexe	Féminin (os coxal, Henry-Gambier <i>et al.</i> 2002)
Attribution culturelle	Magdalénien moyen (Gambier <i>et al.</i> 2000)
Datation radiocarbone	19555-18661 cal. BP / 17606-16712 cal. BC (Gambier <i>et al.</i> 2000) 15780 ± 200 BP ; GifA-95456 ; os humain)

37. TÉVIEC

Découvert en 1883 par F. Gaillard, le site de Téviec (Saint-Pierre-de-Quiberon, Morbihan) a été fouillé entre 1928 et 1930 par M. et S.-J. Péquart (Péquart et Péquart 1929). Leurs fouilles ont mis au jour un habitat mésolithique et une nécropole de la même période (Péquart *et al.* 1937). Les restes humains appartiennent à un minimum de vingt-trois individus (14 adultes des deux sexes, un adolescent et huit immatures) qui ont été inhumés dans dix fosses sépulcrales situées au sein même de l’amas coquillier (Boule et Vallois in Péquart *et al.* 1937). Dans la présente étude, les restes dentaires de treize individus ont été considérés (**TABLE LXXIX**). Les datations radiocarbone montrent une occupation de la nécropole sur environ 500 ans (Schulting 1999 ; Schulting et Richards 2001 ; Marchand *et al.* 2009). Les squelettes de trois individus ont été détruits lors de la Seconde Guerre mondiale.

Table LXXIX. Les individus T1 à T16 de Tévéc.

Tévéc – n°		Âge au décès ^c	Sexe ^c	Datation radiocarbone ^d
T1		20-25	Féminin	-
T2		20-30	Masculin	7409-7164 cal. BP / 5460-5215 cal. BC (6322 ± 40 BP ; OxA-12895; os humain)
T3		20-25	Féminin	
T4		20-25	Féminin*	
T7		35-45	Masculin	
T8		20-30	Masculin	7437-7262 cal. BP / 5488-5313 cal. BC (6440 ± 55 BP ; OxA-6663 ; os humain)
T9		25-35	Féminin	
T10		14-16	Féminin	7556-7316 cal. BP / 5607-5367 cal. BC (6510 ± 50 BP ; OxA-6664; os humain)
T11		20-30	Masculin	
T13		20-30	Masculin	7685-7496 cal. BP / 5736-5547 cal. BC (6740 ± 60 BP ; OxA-6665 ; os humain)
T14		20-35	Féminin	7552-7321 cal. BP / 5603-5372 cal. BC (6515 ± 45 BP ; OxA-10963 ; os humain)
T15		20-25	Féminin	7565-7320 cal. BP / 5616-5371 cal. BC (6530 ± 60 BP ; OxA-6702; os humain)
T16		20-30	Masculin	7557-7278 cal. BP / 5608-5329 cal. BC (6500 ± 65 BP ; OxA-6703 ; os humain)

^c (crâne, Vallois et de Felice 1977)

^d (Schulting et Richards 2001 ; Marchand *et al.* 2009)

* Fleury, com. pers., Musée de Toulouse

38. TROUBAT

La grotte-abri du Moulin (Troubat, Haute-Pyrénées) a été fouillée entre 1986 et 2002 sous la direction de M. Barbaza, puis M. Barbaza et S. Costamagno (Barbaza 2009). Les fouilles ont livré des vestiges archéologiques datés du Magdalénien moyen et supérieur, de l’Azilien et du Mésolithique. Les vestiges humains sont représentés par une seule dent déciduale isolée (**TABLE LXXX**), découverte dans la couche 6 azilienne.

Table LXXX. La dent isolée T1-C6 de Troubat.

Site - n°	Troubat – T1-C6
Dents sélectionnées	
Âge au décès	5-6 ans (original)
Sexe	-
Attribution culturelle	Azilien (Barbaza 2009)
Datation radiocarbone	12877-12438 cal. BP / 10928-10489 cal. BC (Barbaza 2009) (10770 ± 100 BP ; Ly-5275 ; charbon)

39. UNIKOTÉ II

La grotte d’Unikoté (Iholdy, Pyrénées-Atlantiques) a été découverte en 1984 par C. Chauchat et C. Normand lors de prospections (Rigaud 1986). Entre 1993 à 2003, les fouilles sous la direction de P. Michel, ont livré des vestiges archéologiques datés du Paléolithique moyen au Néolithique moyen (Michel 1994 ; Boulestin *et al.* 2013). Les restes humains fragmentaires, qui présentent des traces de modifications anthropiques (Boulestin *et al.* 2013), ont été découverts dans deux locus : Unikoté I à l’intérieur de la cavité, et Unikoté II situé en avant de l’entrée de la grotte. Les vestiges d’Unikoté I, appartiennent à deux individus (un adulte et un immature) attribués au Néolithique moyen. Les restes d’Unikoté II, datés d’une phase ancienne du Second Mésolithique, correspondent à un minimum de trois individus : un adulte de sexe féminin, un adolescent d’environ 15 ans, et un enfant de 6 à 11 ans (Boulestin *et al.* 2013). Seul l’adolescent d’Unikoté II est étudié dans ce travail (**TABLE LXXXI**).

Table LXXXI. L’individu d’Unikoté II.

Site - n°	Unikoté II – 95-d8-2
Dents sélectionnées	
Âge au décès	12,25-19,25 ans (original)

(suite)	Unikoté II – 95-d8-2
Sexe	-
Attribution culturelle	Second Mésolithique (Boulestin <i>et al.</i> 2013)
Datation radiocarbone	8990-8649 cal. BP / 7041-6700 cal. BC (Boulestin <i>et al.</i> 2013) (7960 ± 40 BP ; Beta-286313 ; os humain) 8990-8640 cal. BP / 7041-6691 cal. BC (Boulestin <i>et al.</i> 2013) (7950 ± 50 BP ; Beta-162638 ; os humain) 7680-7420 cal. BP / 6750-6510 cal. BC (Boulestin <i>et al.</i> 2013) (7810 ± 40 BP ; Beta-162637 ; os humain)

40. LA VERGNE

Le site de plein air de la Vergne au lieu-dit « La Grande Pièce » (La Vergne, Charente-Maritime) a été découvert en 1995 lors de l'aménagement d'une déviation routière (Courtaud et Duday 1995). Les fouilles de sauvetage, menées sous la direction de H. Duday et P. Courtaud, ont livré plusieurs structures funéraires sous un niveau d'occupation gallo-romain, dont quatre sépultures multiples datées du Mésolithique ancien (Courtaud *et al.* 1995 ; Duday et Courtaud 1998 ; Duday *et al.* 1998). Les restes humains appartiennent à un minimum de 13 individus, dont sept adultes, un adolescent, trois enfants et deux périnataux (Courtaud et Duday 1995, 2011 ; Courtaud *et al.* 1995 ; Duday et Courtaud 1998 ; Duday *et al.* 1998). Quatre sujets adultes et immatures provenant des structures 7 et 10 sont étudiés ici. La structure 7 contenait, dans sa moitié nord, les dépôts primaires simultanés de deux individus adultes de sexe féminin (**TABLE LXXXII & TABLE LXXXIII**), et dans son quart sud-est, les restes d'un enfant âgé de 1 à 2 ans (**TABLE LXXXIV**). La structure 10 a livré un individu adulte de sexe masculin, les restes partiels et endommagés d'un second adulte, ainsi qu'un enfant d'environ 1 à 2 ans (**TABLE LXXXV**).

Table LXXXII. L'individu 1 de la structure 7 de La Vergne.

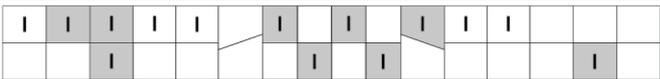
Site - n°	La Vergne – Individu 1, St7
Dents sélectionnées	
Âge au décès	Adulte (Duday <i>et al.</i> 1998)
Sexe	Féminin (os coxal, Villotte 2009)
Attribution culturelle	Premier Mésolithique (Duday <i>et al.</i> 1998)
Datation radiocarbone	10484-9942 cal. BP / 8605-8293 cal. BC (Duday <i>et al.</i> 1998) (9070 ± 70 BP ; Ly-369/OxA-6699 ; os humain)

Table LXXXIII. L'individu 2 de la structure 7 de La Vergne.

Site - n°	La Vergne – Individu 2, St7
Dents sélectionnées	
Âge au décès	Adulte (Duday <i>et al.</i> 1998)
Sexe	Féminin (os coxal, Villotte 2009)
Attribution culturelle	Premier Mésolithique (Duday <i>et al.</i> 1998)
Datation radiocarbone	cf. supra

Table LXXXIV. L'individu immature de la structure 7 de La Vergne.

Site - n°	La Vergne – Individu 3, St7
Dents sélectionnées	
Âge au décès	1-2 ans (Duday <i>et al.</i> 1998)
Sexe	-
Attribution culturelle	Premier Mésolithique (Duday <i>et al.</i> 1998)
Datation radiocarbone	cf. supra

Table LXXXV. L'individu immature de la structure 10 de La Vergne.

Site - n°	La Vergne – Individu 1, St10
Dents sélectionnées	
Âge au décès	1-2 ans (Duday <i>et al.</i> 1998)
Sexe	-
Attribution culturelle	Premier Mésolithique (Duday <i>et al.</i> 1998)
Datation radiocarbone	10554-10242 cal. BP / 8535-7993 cal. BC (Duday <i>et al.</i> 1998) (9215 ± 65 BP ; Ly-370/OxA-6700 ; os humain)

41. VEYRIER

Les abris sous roche de Veyrier (Etrembières, Haute-Savoie) ont été découverts dès 1833 par F. Mayor, puis différents chercheurs ont sondés et explorés ces gisements au cours du XIXe siècle (Pittard et Reverdin 1929 ; Stahl-Gretsch 2005), révélant de nombreuses occupations du Magdalénien et quelques vestiges de l'Âge du Bronze (Stahl-Gretsch 2005). À partir de 1934, les fouilles d'A. Jayet ont livré des restes humains appartenant à une quinzaine d'individus tous considérés contemporains des occupations magdaléniennes jusqu'à leur datation radiocarbone directe (Jayet et Sauter 1954 ; Bouvier 1971 ; Stahl-Gretsch 2005). Ces dernières ont montré que l'ensemble des vestiges humains se rapporte au Néolithique moyen et à l'Âge du Bronze, à l'exception de l'individu II daté de l'Épipaléolithique. Seul ce dernier (**TABLE LXXXVI**) et l'individu III (**TABLE LXXXVII**) du Néolithique moyen ont été inclus dans la présente étude.

Table LXXXVI. L'individu II de Veyrier.

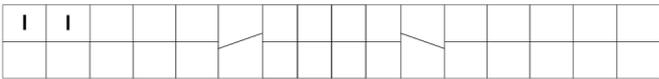
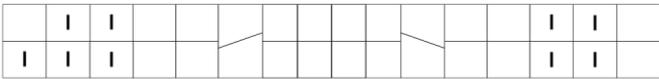
Site - n°	Veyrier – Individu II
Dents sélectionnées	
Âge au décès	> 20 ans (Stahl-Gretsch 2005)
Sexe	Masculin (crâne, Stahl-Gretsch 2005)
Attribution culturelle	Épipaléolithique (Stahl-Gretsch 2005)
Datation radiocarbone	12715-12421 cal. BP / 10766-10472 cal. BC (Stahl-Gretsch 2005) (10630 ± 80 BP ; UZ-5187/ETH-30083 ; os humain)

Table LXXXVII. L'individu III de Veyrier.

Site - n°	Veyrier – Individu III
Dents sélectionnées	
Âge au décès	25 ans (Stahl-Gretsch 2005)
Sexe	Masculin (crâne, Stahl-Gretsch 2005)
Attribution culturelle	Néolithique moyen (Stahl-Gretsch 2005)
Datation radiocarbone	6635-6318 cal. BP / 4686-4369 cal. BC (Stahl-Gretsch 2005) (5680 ± 65 BP ; UZ-4931/ETH-27080 ; os humains)

ANNEXE 4. INVENTAIRE DES VARIATIONS ANATOMIQUES DENTAIRES NON MÉTRIQUES OBSERVÉES.

Les définitions et le système de codage des 32 variations anatomiques dentaires listés ci-dessous, observées dans ce travail, sont issus de l'Arizona State University Dental Anthropology System (ASUDAS, Turner *et al.* 1991 ; Scott et Turner 1997), sauf pour deux caractères concernant les dents déciduales décrits par Hanihara (1961). La modification du système de codage initial est précisée dans le **TABLEAU 4.4** (p. 96), et consiste essentiellement en une simplification des stades.

Le catalogue contient les rubriques suivantes pour chaque caractère dentaire :

Autres appellations : traduction en anglais et/ou termes synonymes.

Définition : brève description de la variation anatomique.

Codes : dent concernée et abréviation.

Stades : description des différents stades.

Plaques/Moulages/Photos/Figures : illustration(s) de la variation observée.

Liste des variations dentaires non métriques observées :

1. Pelle (dents permanentes).....	409
2. Pelle (dents déciduales).....	410
3. Double pelle	411
4. Convexité labiale.....	412
5. Tubercule dentaire.....	413
6. Sillon coronoradiculaire	414
7. Crête mésiale de la canine	415
8. Crête accessoire distale de la canine	416
9. Racine double de la canine.....	417
10. Crêtes accessoires des prémolaires	418
11. Tubercule marginal	419
12. Odontomes	420
13. Cuspides linguales multiples.....	421
14. Racine multiple des prémolaires	422
15. Métacône	423
16. Hypocône	424
17. Métaconule.....	425
18. Parastyle	426

19. Tubercule de Carabelli	427
20. Extension interradiculaire de l'émail	428
21. Tubercules mésio-accessoires	429
22. Fusion des racines des molaires supérieures	430
23. Hypoconulide	431
24. Entoconulide.....	432
25. Métaconulide.....	433
26. Protostylide.....	434
27. Disposition des sillons intercuspidiens	435
28. Crête du trigonide.....	436
29. Fovéa antérieure	437
30. Déviation de la crête.....	438
31. Nombre de racines des molaires inférieures	439
32. Développement des cuspides des molaires déciduales	440

1. PELLE (DENTS PERMANENTES)

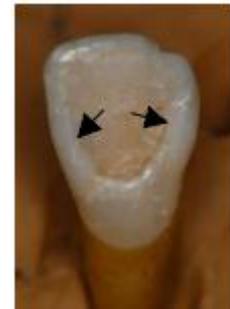
Autres appellations : shoveling, shovel-shaped incisors.

Définition : développement de crêtes marginales mésiale et distale sur la surface linguale des dents antérieures.

Codes : UI1P, UI2P, UCP, LI1P, LI2P, LCP.

Stades :

0. Absence : la surface linguale est lisse et plane.
1. Trace : trace de crêtes marginales visibles et palpables.
2. Léger : légères crêtes marginales plus facilement visibles.
3. Faible : crêtes bien visibles mais peu développées, et qui tendent à converger vers le cingulum.
4. Marqué : convergence nette des crêtes qui sont bien développées.
5. Prononcé : fort développement des crêtes, qui sont souvent en contact avec le cingulum.
6. Fort : développement le plus fort de la forme en pelle.
7. Extrême : forme en tonneau (pour I2 seulement).



Desideri 2007

Plaques : ASUDAS 2 (UI1) & 3 (UI2).



© Le Luyet

© Le Luyet

2. PELLE (DENTS DÉCIDUALES)

Autres appellations : shoveling, shovel-shaped incisor.

Définition : développement de crêtes marginales mésiale et distale sur la surface linguale des dents antérieures. Il s'agit du même caractère observé sur les dents permanentes, mais l'expression ne va pas au-delà du troisième stade.

Codes : Udi1P, Udi2P, UdcP, Ldi1P, Ldi2P, LdcP.

Stades :

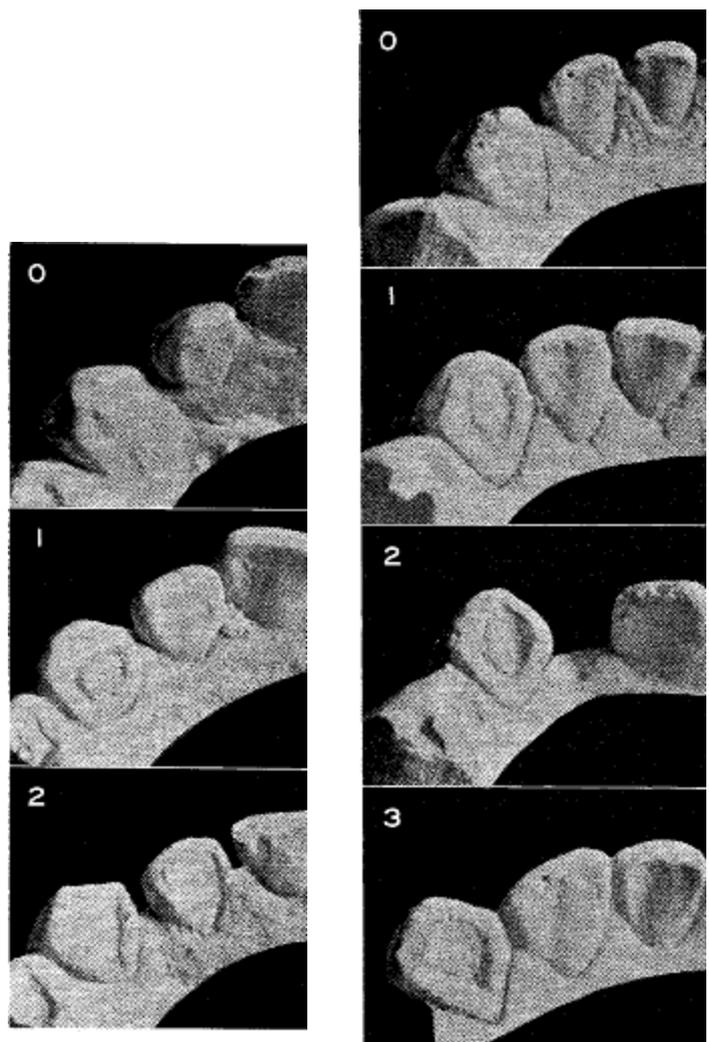
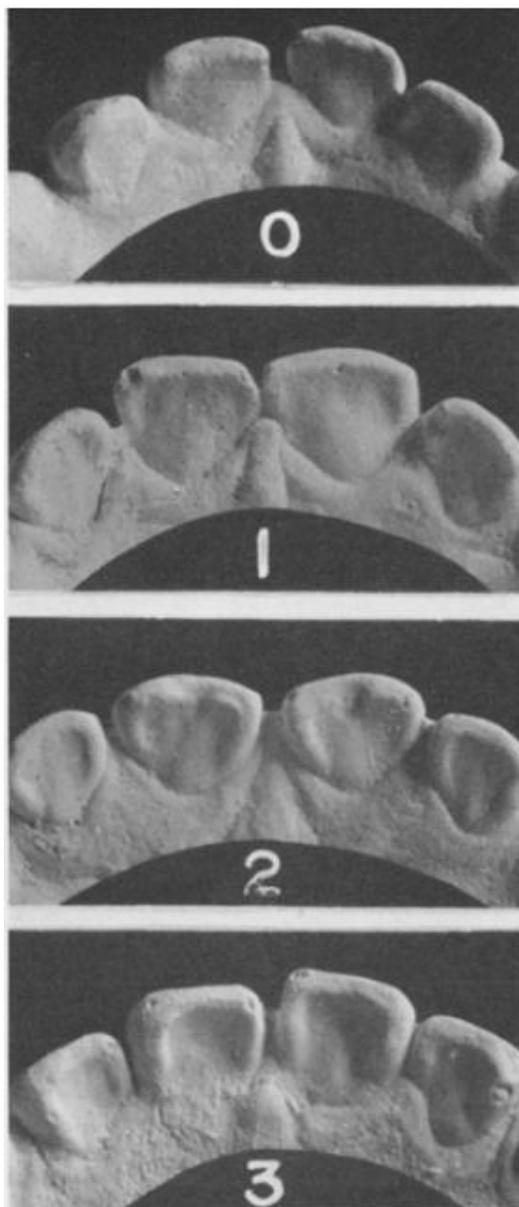
0. Absence : la surface linguale est lisse et plane.

1. Léger : légères crêtes marginales facilement visibles et palpables.

2. Faible : crêtes bien visibles mais peu développées, et qui tendent à converger vers le cingulum.

3. Marqué : convergence nette des crêtes qui sont bien développées.

Moulages : Udi1, Udi2, Udc, Ldc.



Hanahara 1961

3. DOUBLE PELLE

Autres appellations : double-shoveling, labial marginal ridges, crêtes vestibulaires marginales.

Définition : développement de crêtes marginales mésiale et distale sur la surface buccale des dents antérieures et des 3^e prémolaires supérieures.

Codes : UI1DP, UI2DP, UCDP, UP3DP, LI1DP, LI2DP.

Stades :

0. Absence : surface buccale lisse.
1. Traces : crêtes visibles sous une lumière forte et rasante.
2. Léger : crêtes sont plus facilement visibles et palpables.
3. Faible : crêtes bien visibles et facilement palpables, mais peu développées.
4. Marqué : crêtes prononcées qui atteignent au moins la moitié de la couronne.
5. Prononcée : crêtes proéminentes, de la surface occlusale à la jonction cément-émail.
6. Fort : forme extrême en double pelle.

Plaque : ASUDAS 4 (UI1).



© Le Luyet

4. CONVEXITÉ LABIALE

Autres appellations : labial convexity, curvature.

Définition : convexité de la surface labiale des dents antérieures, vue de la face occlusale.

Codes : UI1C, UI2C, LI1C, LI2C.

Stades :

- 0. Absent : surface labiale plane.
- 1. Trace : traces de convexité sur la surface labiale.
- 2. Léger : légère convexité de la surface labiale.
- 3. Modéré : convexité modérée de la surface labiale.
- 4. Prononcé : convexité prononcée de la surface labiale.

Plaque : ASUDAS 1 (UI1).



© Le Luyet

5. TUBERCULE DENTAIRE

Autres appellations : tuberculum dentale, lingual tubercles, cingular ridges.

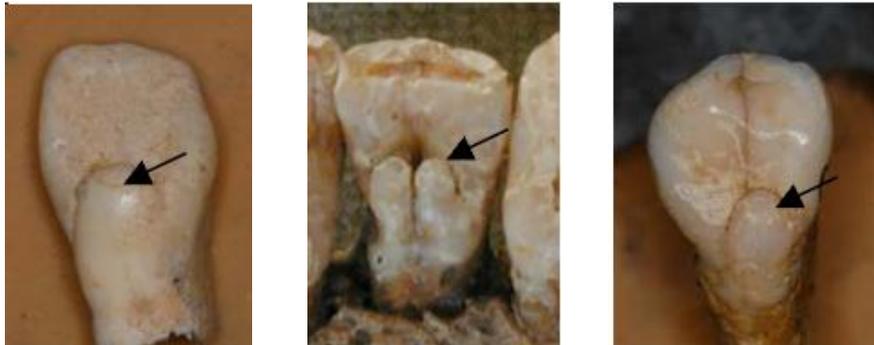
Définition : tubercule se situant sur la surface linguale, au niveau du cingulum.

Codes : UI1TD, UI2TD, UCTD, LI1TD, LI2TD, LCTD, Udi1TD, Udi2TD, UdcTD.

Stades :

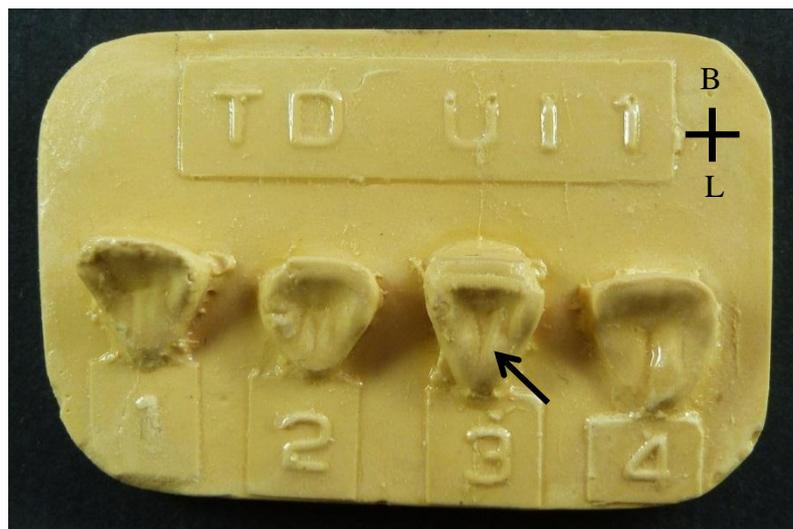
0. Absent : région cingulaire de la surface linguale plane.
1. Léger : crêtes légères.
2. Marqué : crêtes bien marquées.
3. Prononcé : tubercule avec crêtes prononcées.
4. Fort : tubercule bien développé, apex libre.

Photos : I2, C.



Desideri 2007

Plaque : ASUDAS 5 (UI1).



© Le Luyet

6. SILLON CORONORADICULAIRE

Autres appellations : sillon traversant, interruption grooves, corono-radicular grooves.

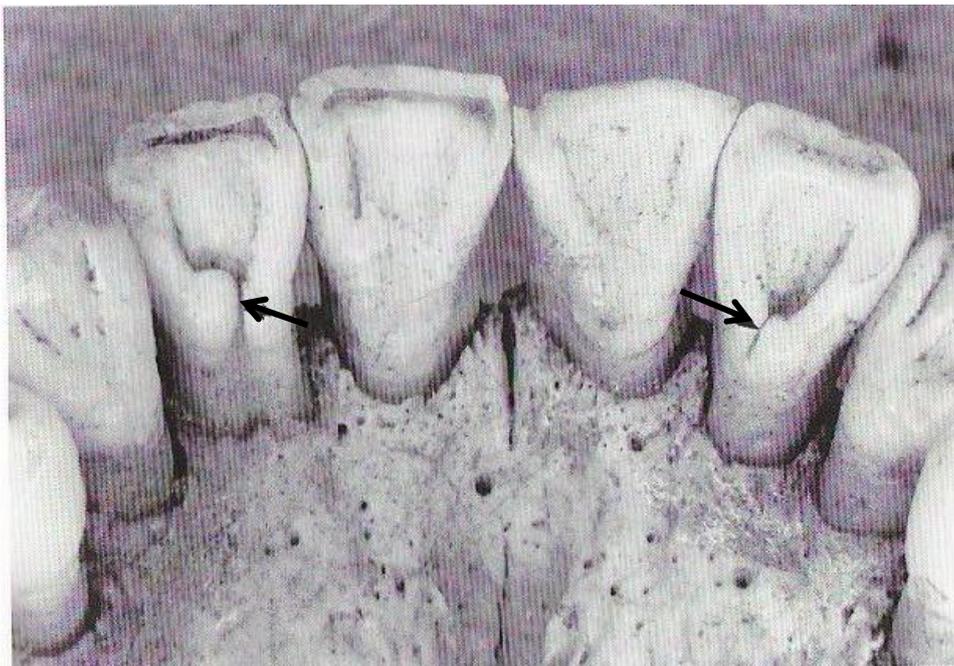
Définition : sillon traversant le cingulum sur la face linguale, continuant souvent en direction de la racine.

Codes : UI1S, UI2S.

Stades :

0. Absent.
1. Sillon sur le bord mésiolingual.
2. Sillon sur le bord distolingual.
3. Sillons sur les bords mésio- et distolinguaux.
4. Sillon dans l'aire médiane du cingulum.

Photos : UI2.



Scott et Turner 1997



Desideri 2007

7. CRÊTE MÉZIALE DE LA CANINE

Autres appellations : canine mesial ridge, Bushman canine.

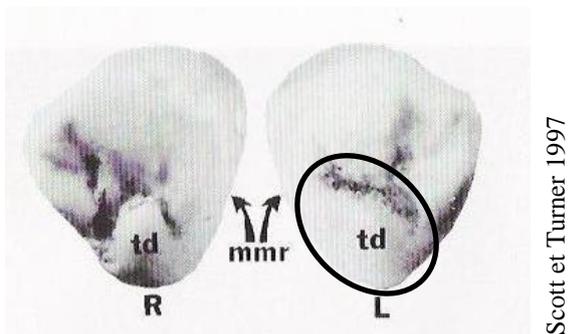
Définition : crête marginale mésiolinguale, allant jusqu'à la coalescence avec le tubercule dentaire.

Code : UCCM.

Stades :

0. Absent : crêtes mésiale et distale de même grandeur, aucune n'est attachée au tubercule dentaire s'il est présent.
1. Faible : crête mésiolinguale faiblement attachée au tubercule dentaire, légèrement plus grande que la crête distolinguale.
2. Prononcé : crête mésiolinguale plus grande que la crête distolinguale, et moyennement attachée au tubercule dentaire.
3. Fort : crête mésiolinguale beaucoup plus grande que la crête distolinguale et rattachée au tubercule dentaire (forme dite de « Morris »).

Photo : UC.



Plaque : ASUDAS 6 (UC)



8. CRÊTE ACCESSOIRE DISTALE DE LA CANINE

Autres appellations : canine distal accessory ridge.

Définition : crête accessoire se situant dans la fosse distolinguale, entre la crête marginale et l'apex.

Codes : UCCAD, LCCAD.

Stades :

0. Absent : pas de crête distale accessoire.
1. Trace : crête accessoire distale très peu développée.
2. Léger : crête accessoire distale légèrement développée.
3. Faible : crête accessoire distale faiblement développée.
4. Marqué : crête accessoire distale bien développée.
5. Prononcé : crête accessoire distale très prononcée.



Photo : UC.

Plaques : ADUSAS 7 (UC) & 16 (LC).



9. RACINE DOUBLE DE LA CANINE

Autres appellations : double-rooted canine.

Définition : présence d'une deuxième racine de la canine.

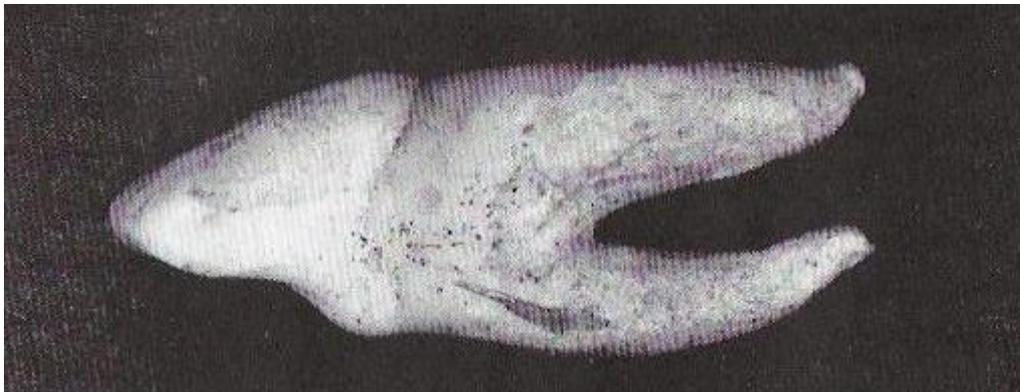
Codes : UCR, LCR.

Stades :

0. Absent : une seule racine (dont l'extrémité peut être bifide).

1. Présent : deux racines séparées sur au moins un quart de la longueur totale de la racine.

Photo : LC.



Scott et Turner 1997

10. CRÊTES ACCESSOIRES DES PRÉMOLAIRES

Autres appellations : paracone accessory ridges, protoconid accessory ridges, maxillary premolar accessory ridges.

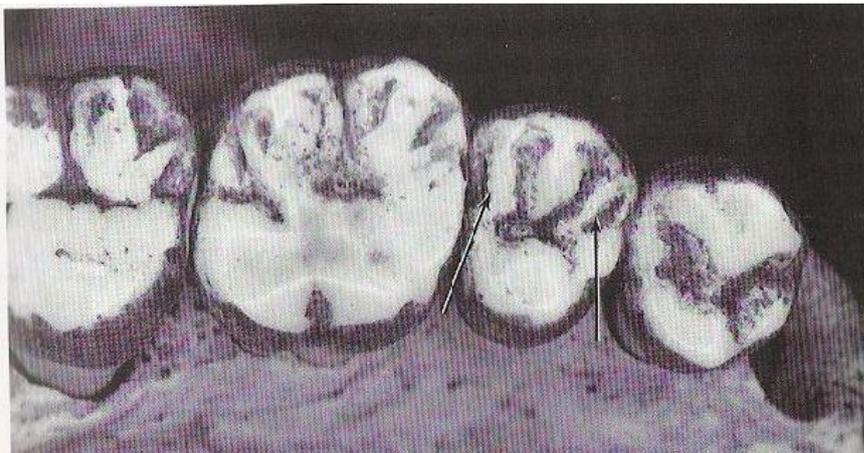
Définition : présence de crêtes accessoires en position mésiale et/ou distale, de part et d'autre de la cuspide buccale (paracône pour les prémolaires supérieures, protoconide pour les prémolaires inférieures).

Codes : UP3CP, UP4CP, LP3CP, LP4CP.

Stades :

0. Absent : pas de crêtes accessoires.
1. Mésial : présence d'une crête accessoire en position mésiale.
2. Distal : présence d'une crête accessoire en position distale.
3. Mésial + distal : présence de deux crêtes accessoires, en position mésiale et distale.

Photo : UP4.



Scott et Turner 1997

Plaque : ASUDAS 9 (UP).



© Le Luyet

11. TUBERCULE MARGINAL

Autres appellations : accessory marginal tubercles, premolar accessory cusps.

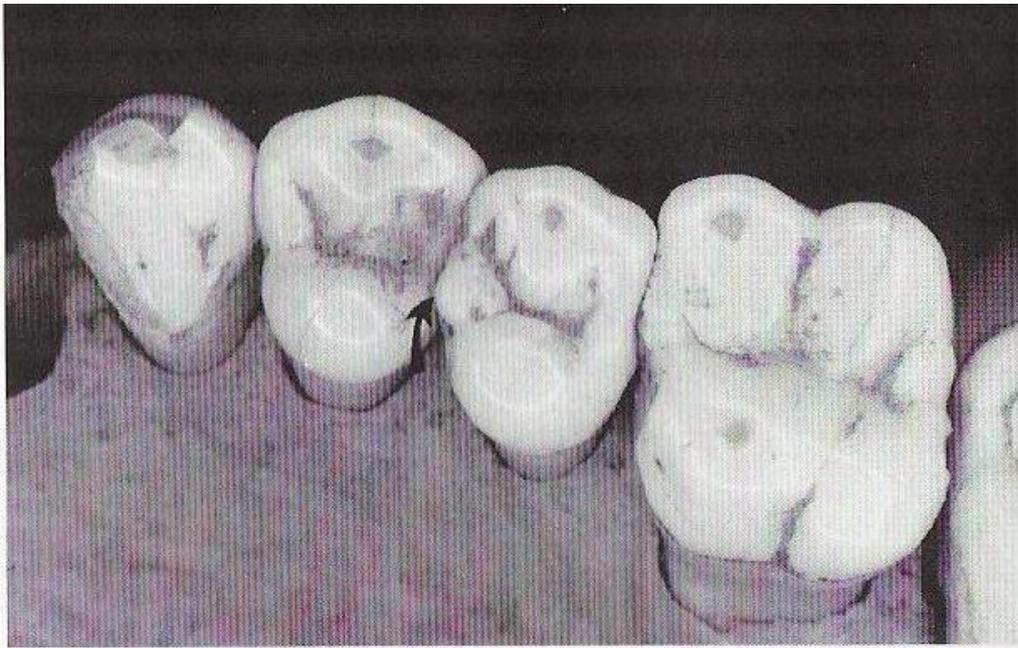
Définition : tubercules accessoires se situant en position mésiale et/ou distale, de part et d'autre du sillon sagittal.

Codes : UP3TM, UP4TM.

Stades :

0. Absent : pas de tubercule marginal.
1. Mésial : présence d'un tubercule accessoire en position mésiale.
2. Distal : présence d'un tubercule accessoire en position distale.
3. Mésial + distal : présence de deux tubercules accessoires, en position mésiale et distale.

Photos : UP4.



Scott et Turner 1997



Desideri 2007

12. ODONTOMES

Autres appellations : tuberculated premolars, occlusal tubercles, dens evaginatus.

Définition : tubercule central (pic d'émail ou projection de dentine) qui se situe sur la surface occlusale, souvent sur le sulcus sagittal.

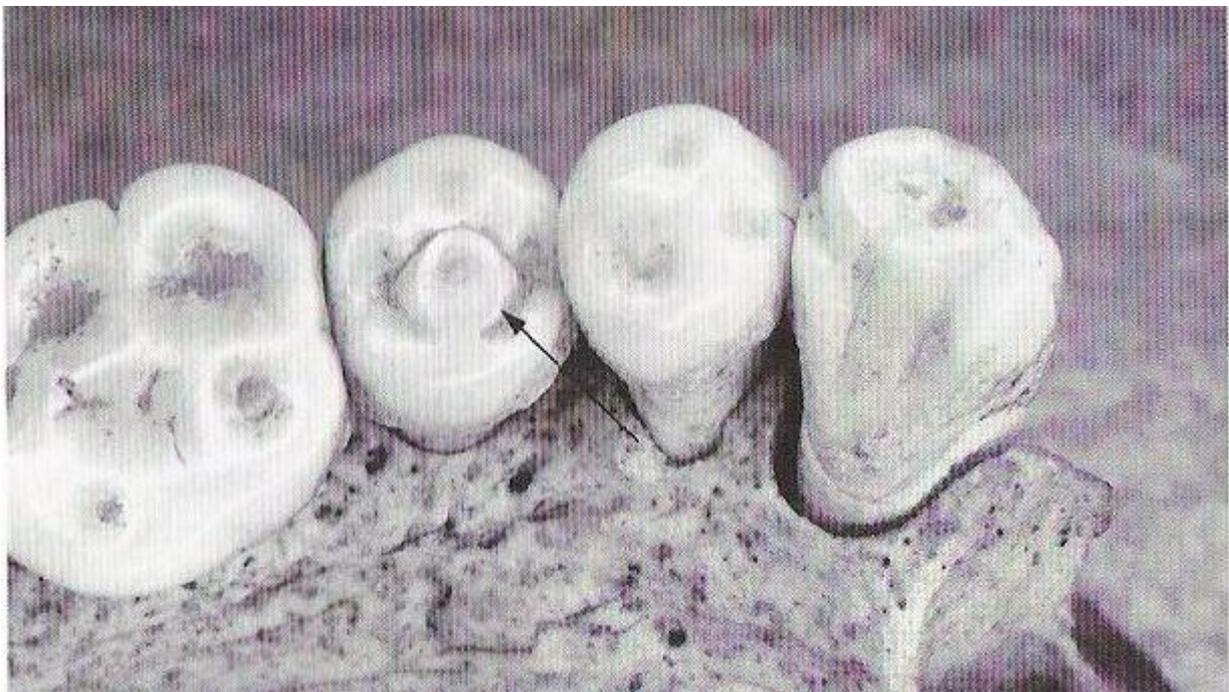
Codes : UP30, UP40, LP30, LP40.

Stades :

0. Absence.

1. Présence d'odontomes.

Photos : UP4.



Scott et Turner 1997

13. CUSPIDES LINGUALES MULTIPLES

Autres appellations : multiple lingual cusps, premolar lingual cusp variation.

Définition : variation du nombre et de la taille des cuspides linguales des prémolaires inférieures.

Codes : LP3CLM, LP4CLM.

Stades :

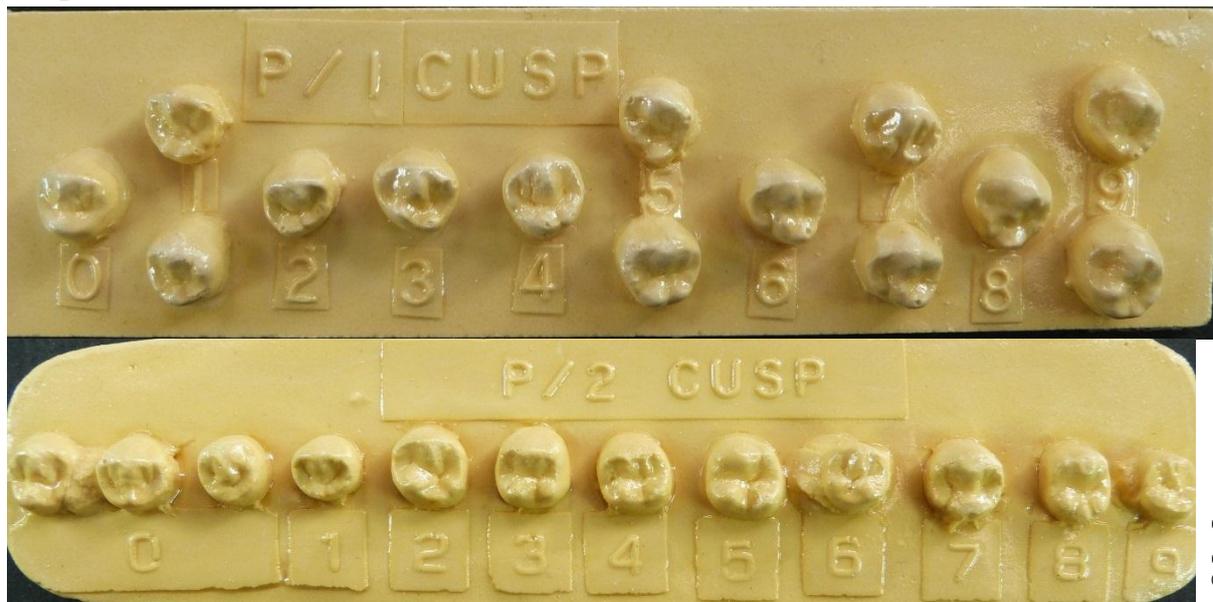
- 0. Absent : pas de cuspides.
- 1. Une cuspide linguale.
- 2. Deux cuspides linguales.
- 3. Trois cuspides linguales.

Photos : LP.



Desideri 2007

Plaques : ASUDAS 17 (LP3) & 18 (LP4).



© Le Luyet

14. RACINE MULTIPLE DES PRÉMOLAIRES

Autres appellations : premolar root number.

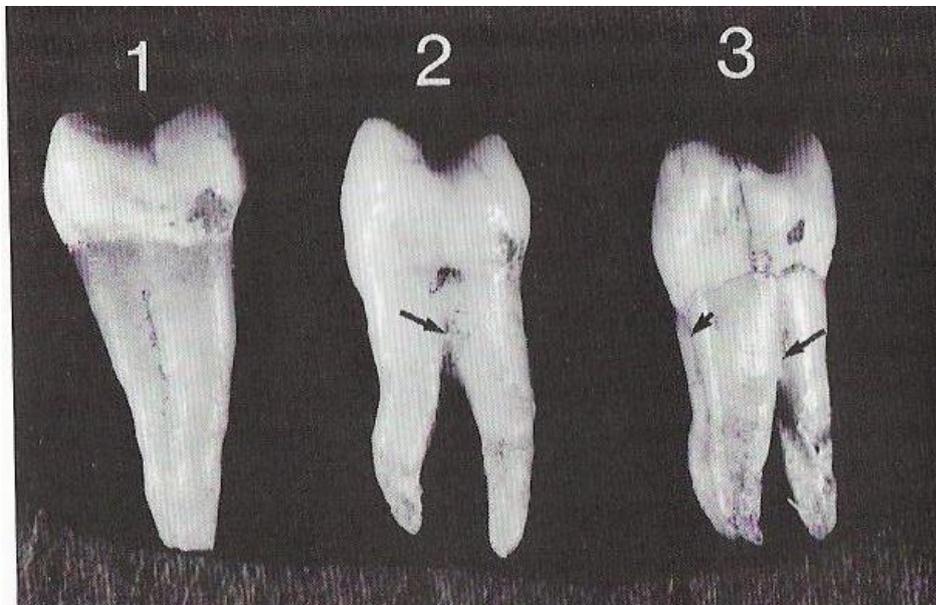
Définition : présence d'une deuxième racine pour les prémolaires, voire d'une troisième.

Codes : UP3R, UP4R, LP3R, LP4R.

Stades :

0. Absent : une racine, dont l'extrémité peut être bifide.
1. Deux racines séparées au moins sur un tiers ou un quart de la longueur totale.
2. Trois racines séparées au moins sur un tiers ou un quart de la longueur totale.

Photos : LP, UP.



Scott et Turner 1997



Desideri 2007

15. MÉTACÔNE

Autres appellations : cusp 3, distobuccal cusp.

Définition : développement d'une cuspide distobuccale.

Codes : UM1M, UM2M, UM3M, Udm2M.

Stades :

0. Absent : pas de métacône.
1. Léger : présence d'une légère crête, mais pas d'apex libre.
2. Faible : légère cuspide avec apex libre.
3. Marqué : cuspide de taille intermédiaire.
4. Prononcé : grande cuspide bien développée.
5. Fort : cuspide de taille équivalente à celle du protocône.

Plaque : ADUSAS 10.



16. HYPOCÔNE

Autres appellations : cusp 4, distolingual cusp.

Définition : développement d'une cuspide distolinguale.

Codes : UM1H, UM2H, UM3H, Udm2H.

Stades :

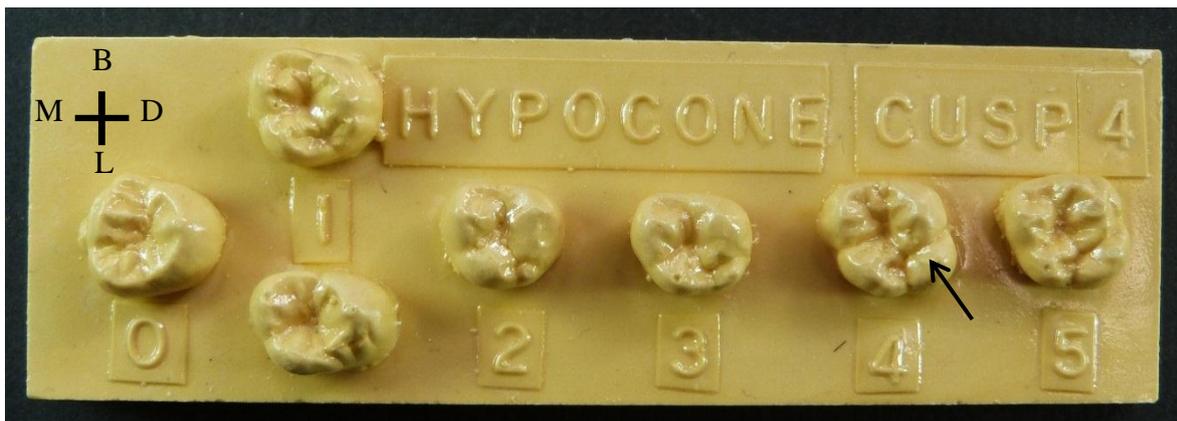
0. Absent : pas d'hypocône.
1. Léger : présence d'une légère crête.
2. Faible : légère cuspide avec apex libre.
3. Marqué : cuspide de taille intermédiaire.
4. Prononcé : grande cuspide bien développée.
5. Fort : cuspide de taille équivalente à celles du protocône et métacône.

Photo : UM1.



Desideri 2007

Plaque : ADUSAS 11.



© Le Luyer

17. MÉTACONULE

Autres appellations : tubercules disto-accessoires, cusp 5, distal accessory tubercule.

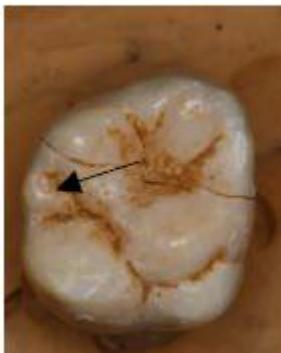
Définition : cuspide* supplémentaire sur le bord distal des molaires supérieures, entre le métacône et l'hypocône.

Codes : UM1ML, UM2ML, UM3M, Udm2ML.

Stades :

0. Absent : pas de métaconule.
1. Léger : présence d'une légère crête.
2. Faible : présence d'une petite cuspide.
3. Marqué : petite cuspide bien marquée.
4. Prononcé : cuspide de taille moyenne.
5. Fort : cuspide bien développée.

Photo : UM1.



Desideri 2007

Plaque : ASUDAS 12.



© Le Luyet

*Le métaconule tel que codé ici correspond à la définition de Turner *et al.* (1991). Cependant, Desideri (2007) signale chez ces auteurs une confusion avec les tubercules disto-accessoires. Le métaconule, défini par Kanazawa *et al.* (1990), est la présence d'une cuspide sur le sillon oblique entre le métacône et le protocône.

18. PARASTYLE

Autres appellations : tubercule de Bolck, paramolar tubercle, cuspidé paramolaire.

Définition : tubercule situé sur la surface buccale du paracône.

Codes : UM1PA, UM2PA, UM3PA, Udm1PA, Udm2PA.

Stades :

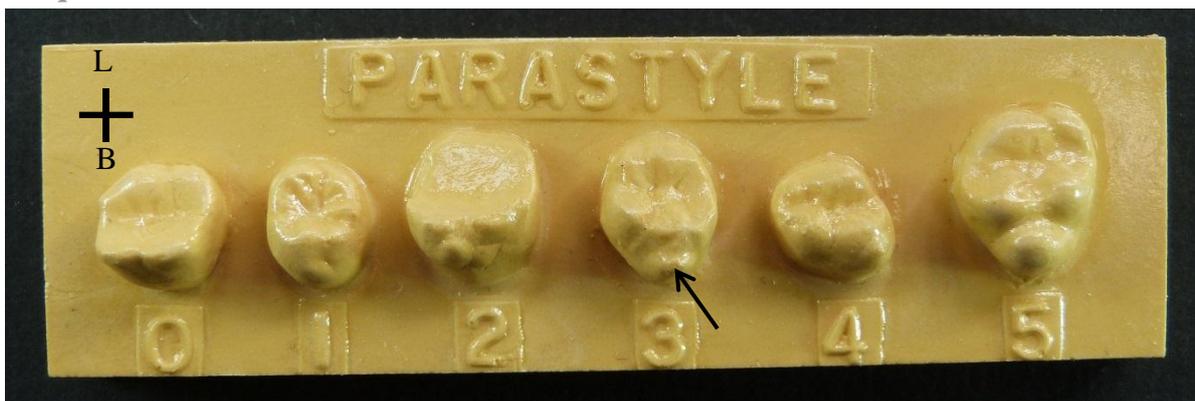
0. Absent : pas de parastyle, la surface buccale est lisse.
1. Léger : présence d'un trou soit à côté, soit dans le sillon buccal.
2. Faible : léger tubercule avec un apex attaché.
3. Marqué : tubercule de taille moyenne avec un apex libre.
4. Prononcé : d'un grand tubercule avec un apex libre.
5. Fort : présence d'un très grand tubercule avec un apex libre.

Photo : Udm2.



Desideri 2007

Plaque : ASUDAS 14.



© Le Luyet

19. TUBERCULE DE CARABELLI

Autres appellations : carabelli's cusp, protostyle tubercule mésiolingual, tuberculus anomalus.

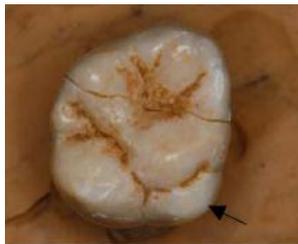
Définition : tubercule situé sur la face linguale du protocône.

Codes : UM1C, UM2C, UM3C, Udm2C.

Stades :

0. Absent : pas de tubercule de Carabelli, surface mésiolinguale lisse.
1. Orifice : présence d'un petit orifice.
2. Sillon : présence d'un sillon.
3. Dépression faible : présence d'une petite dépression en forme d'Y.
4. Dépression marquée : grande dépression en forme d'Y.
5. Léger tubercule : présence d'un petit tubercule avec apex attaché.
6. Tubercule prononcé : tubercule de taille moyenne avec un apex attaché.
7. Fort tubercule : présence d'un grand tubercule avec apex libre.

Photo : UM1.



Desideri 2007

Plaquette : ASUDAS 13.



20. EXTENSION INTERRADICULAIRE DE L'ÉMAIL

Autres appellations : enamel extensions, cervical enamel projections.

Définition : présence d'une coulée d'émail, le plus souvent entre les racines.

Codes : UM1EE, UM2EE, UM3EE, LM1EE, LM2EE, LM3EE.

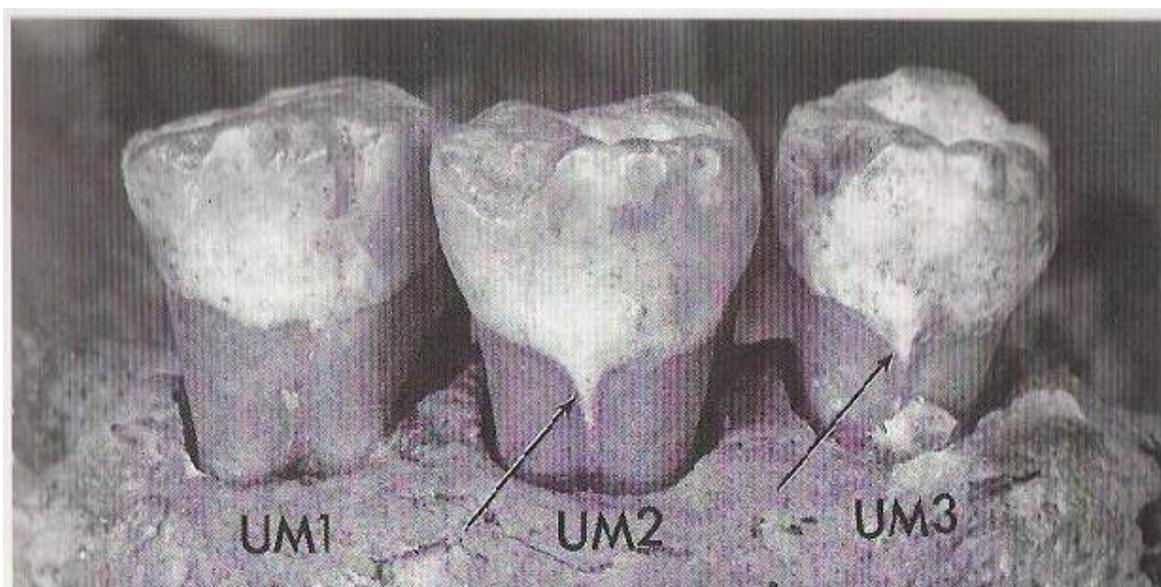
Stades :

0. Absent : aucune extension ou coulée d'émail attachée à la couronne n'est présente.
1. Extension faible : présence d'une coulée d'émail d'environ 1 mm.
2. Extension moyenne : présence d'une coulée d'émail sur 2 mm à 4 mm.
3. Extension importante : présence d'une longue coulée d'émail de plus de 4 mm.

Photos : UM1, UM2, UM3.



Desideri 2007



Scott et Turner 1997

21. TUBERCULES MÉSIO-ACCESSOIRES

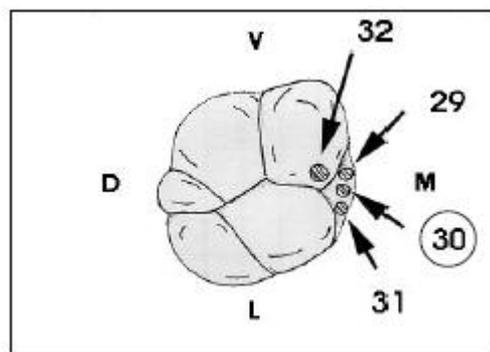
Autres appellations : mesial marginal accessory tubercles, edge tubercles.

Définition : tubercule(s)* sur le bord mésial des molaires supérieures, entre le protocône et le paracône.

Codes : UM1TMA, UM2TMA, Udm2TMA.

Stades :

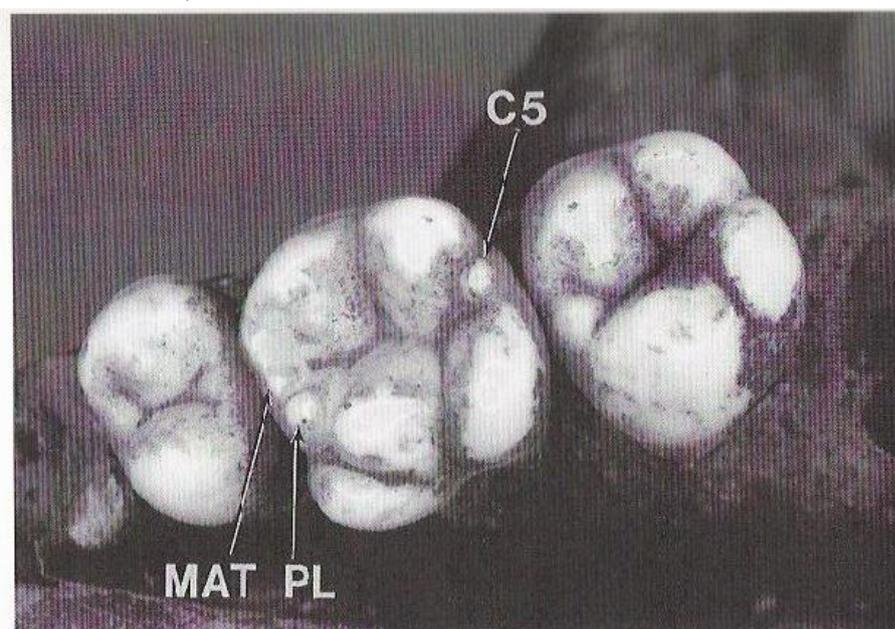
0. Absent : pas de tubercules mésio-accessoires.
1. Un tubercule mésio-accessoire.
2. Deux tubercules mésio-accessoires.
3. Trois tubercules mésio-accessoires.
4. Quatre tubercules mésio-accessoires.



Desideri 2007

- 29 : tubercule mésial paracône
 30 : tubercule mésial accessoire
 31 : protoconule
 32 : tubercule lingual paracône

Photos : UM1, UM2.



Scott et Turner 1997

Fig. 2.23 Accessory marginal tubercles of the upper molars. The mesial and distal marginal ridge complexes of the upper molars can both exhibit accessory tubercles. On the upper first molar, there is an accessory tubercle on the distal marginal ridge (C5, or cusp 5) and two accessory tubercles on the mesial marginal ridge, a protocone (PL) and mesial accessory tubercle (MAT). The mesial accessory tubercle is also expressed on the second molar (but not PL or C5). Two additional upper molar accessory tubercles, the mesial paracone tubercle and lingual paracone tubercle, are illustrated in Fig. 2.36.

*Desideri (2007) signale une confusion des dénominations entre les tubercules par certains auteurs, dont Scott et Turner (1997) utilisés ici comme référence. Le codage s'est alors limité à dénombrer les TMA.

22. FUSION DES RACINES DES MOLAIRES SUPÉRIEURES

Autres appellations : one- and two-rooted upper molars.

Définition : absence d'une ou de deux bifurcations racinaires, variation du nombre de racines des molaires supérieures.

Codes : UM1R, UM2R, UM3R, Udm1, Udm2.

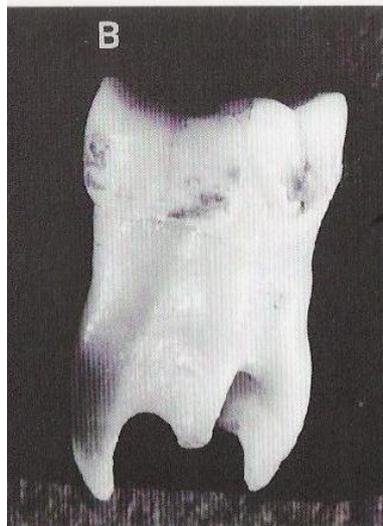
Stades :

0. Trois racines, séparées sur au moins un quart de la longueur totale.
1. Deux racines, séparées sur au moins un quart de la longueur totale.
2. Une racine en forme de cône unique dont l'extrémité peut être bifide avec un développement profond de sillons.

Photos : UM1, UM2, UM3.



Desideri 2007



Scott et Turner 1997

23. HYPOCONULIDE

Autres appellations : cusp 5, hypoconulid.

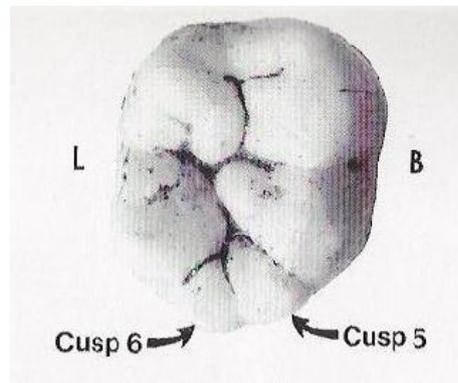
Définition : développement d'une cuspide distobuccale, entre l'hypoconide et l'entoconide.

Codes : LM1HD, LM2HD, LM3HD, Ldm2HD.

Stades :

0. Absent : pas d'hypoconulide.
1. Léger : hypoconulide très petit.
2. Faible : petit hypoconulide.
3. Marqué : hypoconulide de taille moyenne.
4. Prononcé : hypoconulide bien développé.
5. Fort : hypoconulide aussi développé que les autres cuspides.

Photo : LM1.



Plaque : ASUDAS 24.



24. ENTOCONULIDE

Autres appellations : cusp 6, tuberculum sextum, entoconulid.

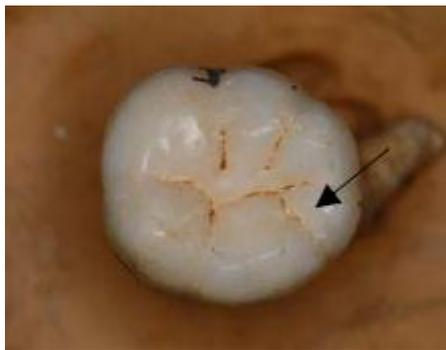
Définition : développement d'une cuspidé distolinguale supplémentaire, en position linguale par rapport à l'hypoconulide.

Codes : LM1E, LM2E, LM3E, Ldm2E.

Stades :

0. Absent : pas d'entoconulide.
1. Léger : entoconulide beaucoup plus petit que l'hypoconulide.
2. Faible : entoconulide plus petit que l'hypoconulide.
3. Marqué : entoconulide et hypoconulide de taille égale.
4. Prononcé : entoconulide plus grand que l'hypoconulide.
5. Fort : entoconulide beaucoup plus grand que l'hypoconulide.

Photo : LM1.



Plaque : ASUDAS 25.



25. MÉTACONULIDE

Autres appellations : cusp 7, tuberculum intermedium, metaconulid.

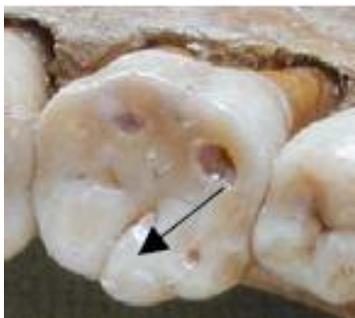
Définition : cuspide occlusale supplémentaire sur le bord lingual des molaires inférieures, entre le métaconide et l'entoconide.

Codes : LM1MD, LM2MD, LM3MD, Ldm2MD.

Stades :

0. Absent : pas de métaconulide.
1. Léger : protubérance entre deux légers sillons linguaux.
2. Faible : petit métaconulide.
3. Marqué : métaconulide de taille moyenne.
4. Prononcé : grand métaconulide.
5. Fort : métaconulide très développé, quasiment de taille équivalente aux autres cuspides.

Photo : LM1.



Plaque : ASUDAS 26 (LM).



26. PROTOSTYLIDE

Autres appellations : protostyle.

Définition : tubercule sur la surface buccale du protoconide.

Codes : LM1PR, LM2PR, LM3PR, Ldm1PR, Ldm2PR.

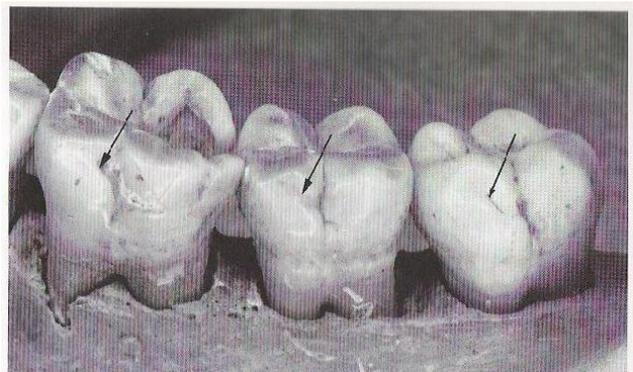
Stades :

0. Absent : pas de protostylide.
1. Orifice : présence d'un orifice au niveau du sillon buccal.
2. Sillon courbé : sillon buccal est courbé distalement.
3. Léger sillon : présence d'un second sillon qui s'étend mésialement depuis le sillon buccal.
4. Sillon prononcé : second sillon légèrement plus prononcé.
5. Sillon+tubercule : tubercule délimité par un second sillon profond.
6. Tubercule : tubercule prononcé et second sillon étendu sur toute la surface buccale.
7. Fort tubercule : tubercule bien développé avec un apex libre.

Photos : LM1, LM2, LM3.

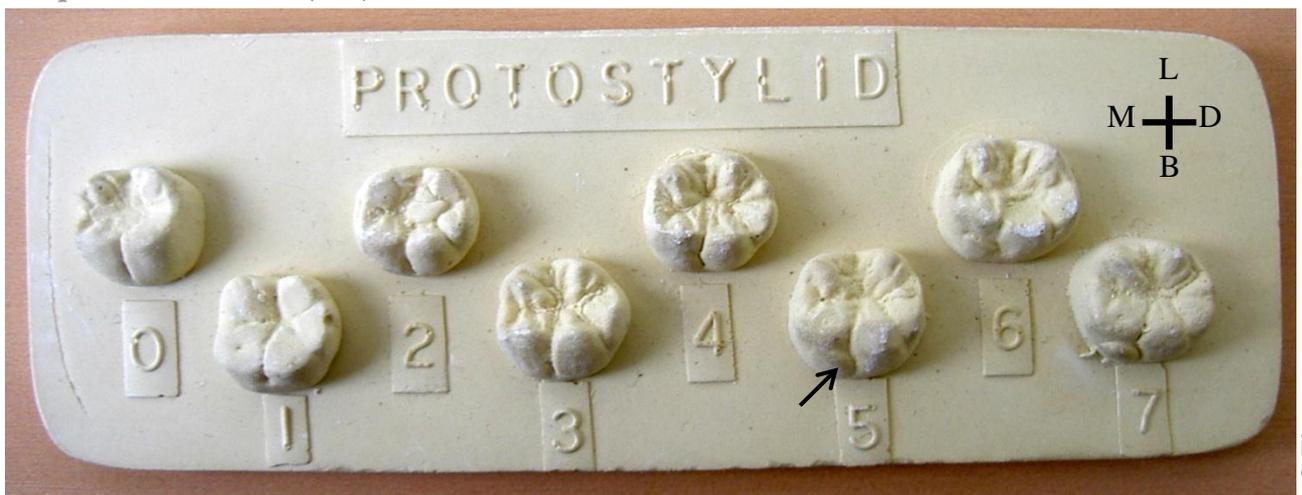


Desideri 2007



Scott et Turner 1997

Plaque : ASUDAS 23 (LM).



© Thomas

27. DISPOSITION DES SILLONS INTERCUSPIDIENS

Autres appellations : *Dryopithecus* pattern, groove pattern, gabarit Dryopithèque.

Définition : dessin formé par les sillons et la position des cuspides.

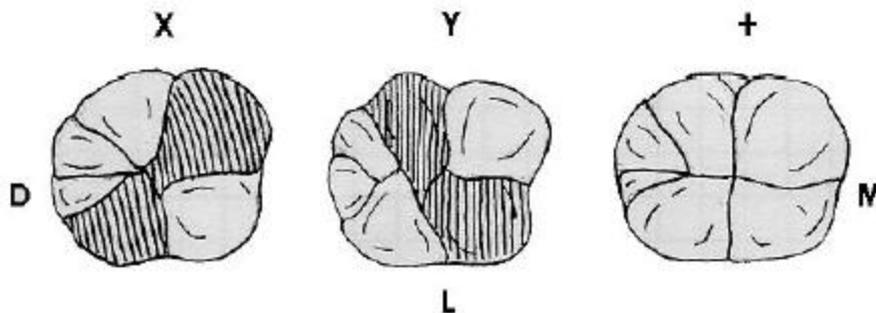
Codes : LM1GP, LM2GP, LM3GP.

Stades :

0. Forme en X : contact entre le protoconide et l'entoconide.

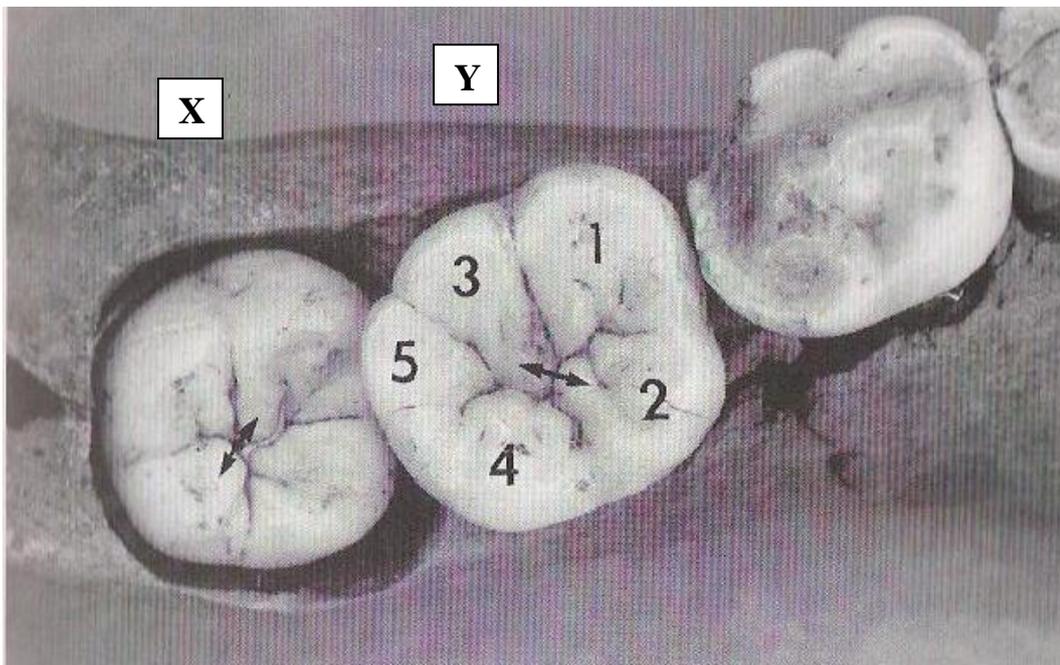
1. Forme en Y (gabarit Dryopithèque) : contact entre le métaconide et l'hypoconide.

2. Forme en + (gabarit cruciforme) : contact entre les quatre cuspides en un point du centre de la surface occlusale.



Desideri 2007

Photos : LLM1, LLM2.



Scott et Turner 1997

28. CRÊTE DU TRIGONIDE

Autres appellations : mid trigonid crest.

Définition : crête reliant l'aspect médian du protoconide et du métaconide.

Codes : LM1CT, LM2CT, LM3CT.

Stades :

0. Absent : pas de crête.
1. Crête discontinue reliant les 2 cuspides.
2. Crête continue reliant les 2 cuspides.

Plaque : ASUDAS 27.



© Le Luyet

29. FOVÉA ANTÉRIEURE

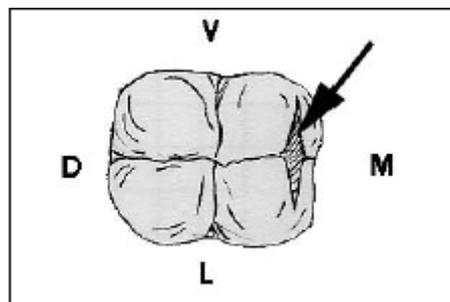
Autres appellations : anterior fovea, precuspidal fossa.

Définition : dépression mésiale de la surface occlusale, entre le protoconide et le métaconide.

Codes : LM1FA, Ldm1FA, Ldm2FA.

Stades :

0. Absent : sulcus ininterrompu depuis le centre de la surface occlusale jusqu'au bord mésial.
1. Léger sillon : une légère crête relie le protoconide et le métaconide, en créant un léger sillon.
2. Sillon marqué : crête plus large et présence d'un sillon marqué.
3. Sillon prononcé : présence d'un sillon profond et long.
4. Sillon profond et long : présence d'un sillon très profond et d'une crête robuste.



Desideri 2007

Plaque : ASUDAS 20.



© Thomas

30. DÉVIATION DE LA CRÊTE

Autres appellations : deflecting wrinkle, pli de la cuspide mésiolinguale.

Définition : variation de la forme de la crête mésiale sur le métaconide.

Codes : LM1DF.

Stades :

0. Absent : la crête médiane de la cuspide mésiolinguale est droite.

1. Léger : la crête médiane de la cuspide mésiolinguale est droite, mais montre une constriction en son milieu.

2. Marqué : la crête médiane est décalée distalement, sans être en contact avec l'entoconide.

3. Prononcé : la crête médiane est décalée distalement et rentre en contact avec l'entoconide.

La crête prend une forme de « L ».

Plaque : ASUDAS 21.



31. NOMBRE DE RACINES DES MOLAIRES INFÉRIEURES

Autres appellations : three-rooted lower molar, radix entomolaris.

Définition : présence d'une troisième racine pour les molaires inférieures.

Codes : LM1R, LM2R, LM3R, Ldm1R, Ldm2R.

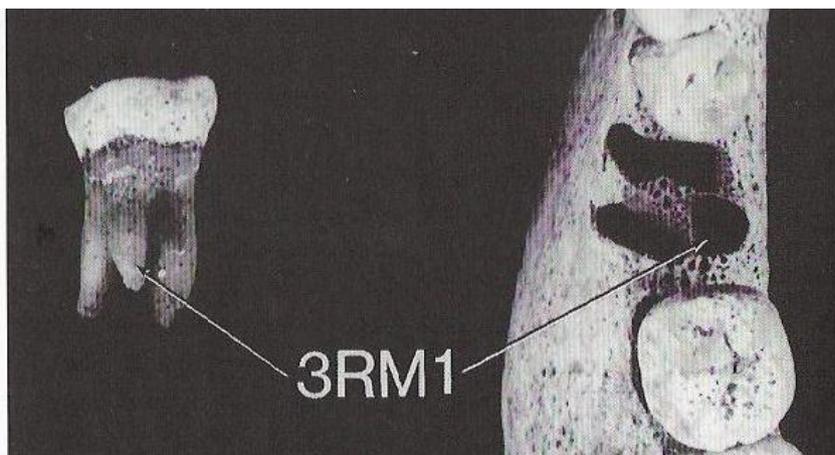
Stades :

0. Deux racines, séparées sur au moins un quart de la longueur totale.
1. Trois racines, généralement présence d'une troisième racine distolinguale.
2. Une racine en forme de cône unique dont l'extrémité peut être bifide avec un développement profond de sillons.

Photos : LM1, LM2, LM3.



Desideri 2007



Scott et Turner 1997

32. DÉVELOPPEMENT DES CUSPIDES DES MOLAIRES DÉCIDUALES

Autres appellations : cusp development.

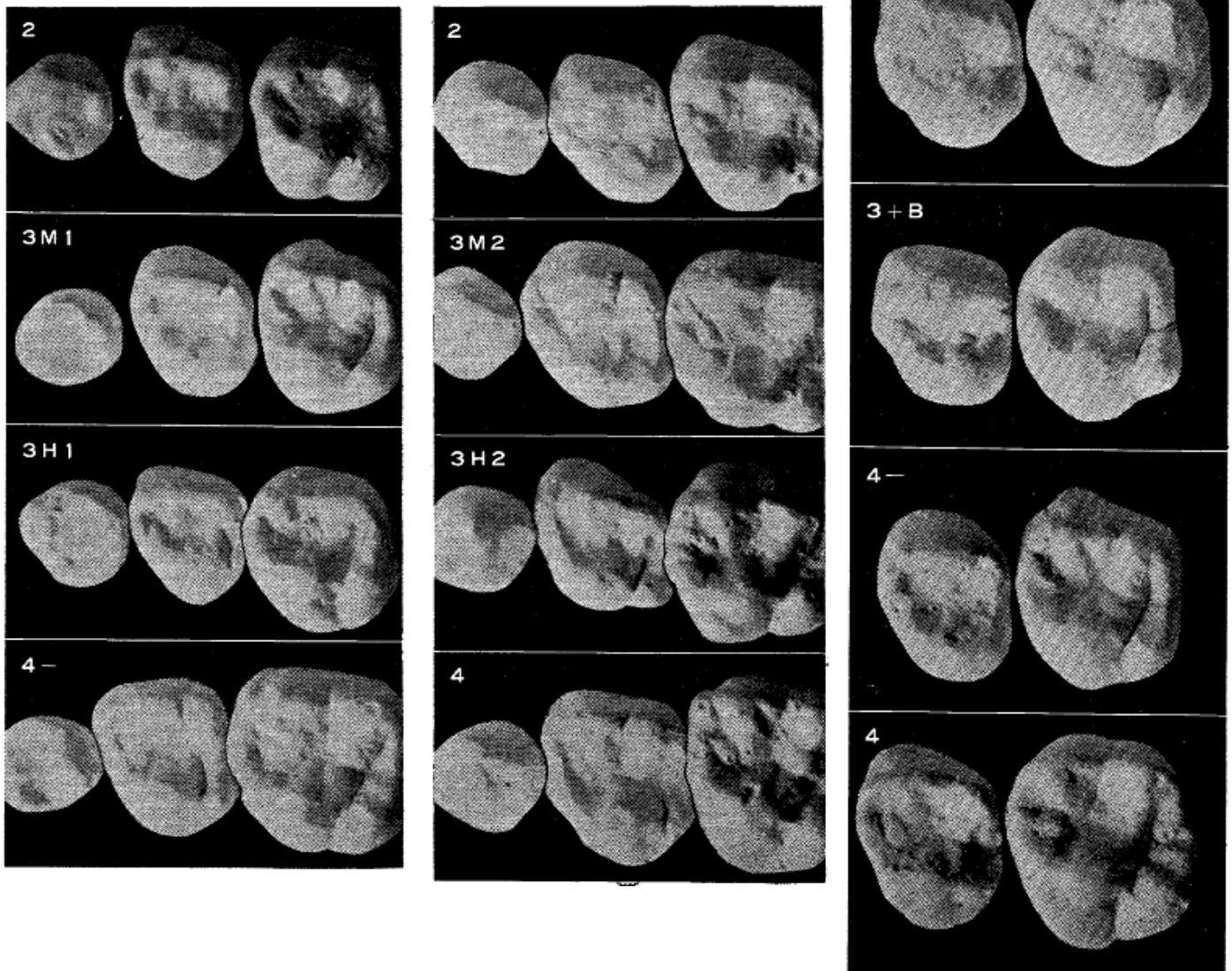
Définition : Nombre de cuspides présentes sur les molaires déciduales.

Codes : Udm1DC, Udm2DC, Ldm1DC, Ldm2DC.

Stades :

0. Présence de deux cuspides.
1. Présence de trois cuspides.
2. Présence de quatre cuspides.
3. Présence de cinq cuspides.
4. Présence de six cuspides.

Moulages : Udm1, Udm2.



ANNEXE 5. DÉTAILS DES VARIABLES QUALITATIVES ET QUANTITATIVES RENSEIGNÉES LORS DES ANALYSES MORPHOMÉTRIQUES INTERNES ET EXTERNES.

Les paramètres de caractérisation de l'architecture dentaire des vestiges étudiés (page 117) ont été renseignés dans une base de données Excel. Les variables qualitatives et quantitatives et leurs unités respectives sont présentées pour chaque catégorie d'analyses.

1. Minéralisation et usure occlusale.

Stade de maturation (Demirjian <i>et al.</i> 1973) (Liversidge et Molleson 2004)	Stade d'usure (Molnar 1971a) degré/direction/forme	Stade d'usure (Smith 1984) degré/type	État de conservation de l'émail
A/B/C/D/E/F/G/H a/b/c/d/e/f/g/h1/h2/r	1 à 8/1 à 8/1 à 6	1 à 8, A, B ou C	Très bon/Bon/Assez bon/Intermédiaire/Intermédiaire à mauvais/Mauvais/Très mauvais

2. Mesures surfaciques et volumiques 3D.

Volume de la couronne (Cvol)	Volume de l'émail (Evol)	Volume de la dentine coronaire (Dvol)	Volume de la pulpe coronaire (Pvol)	Volume de la dentine et de la pulpe dans la couronne (DPvol)	Pourcentage du volume de la dentine et de la pulpe dans la couronne (%DPvol)	Aire de la jonction émail-dentine (S _{EDJ})	Aire du plan basal (Scerv)
mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	%	mm ²	mm ²

3. Mesures linéaires et surfaciques 2D.

Aire de la couronne (a)	Aire de l'émail (c)	Aire de la dentine et de la pulpe dans la couronne (b)	Longueur de la jonction émail-dentine (e)	Diamètre bi-cervical (BCD)
mm ²	mm ²	mm ²	mm	mm

4. Indices d'épaisseur de l'émail

Épaisseur moyenne de l'émail en 3D (AET3D)	Épaisseur relative de l'émail en 3D (RET3D)	Épaisseur moyenne de l'émail en 2D (AET2D)	Épaisseur relative de l'émail en 2D (RET2D)
mm	SD	mm	SD

5. Cartographie de l'épaisseur de l'émail.

Moyenne	Écart-type	Moyenne quadratique	Maximum	Médiane
µm	µm	µm	µm	µm

6. Variation topographique de l'épaisseur de l'émail.

Distance au collet	Épaisseur linguale	Épaisseur buccale
Pas de 0,25 mm	mm	mm

7. Épaisseurs linéaires de l'émail.

Épaisseur latérale linguale (LLT)	Épaisseur cuspaire linguale (LCT)	Épaisseur occlusale linguale (LOT)	Épaisseur occlusale buccale (BOT)	Épaisseur cuspaire buccale (BCT)	Épaisseur latérale buccale (BLT)
mm	mm	mm	mm	mm	mm

8. Métrique externe.

Diamètre mésiodistal (MD)	Diamètre buccolingual (BL)	Indice coronaire (MDxBL)	Diamètre mésiodistal au collet (MDcerv)	Diamètre buccolingual au collet (BLcerv)	Hauteur de la couronne (Hc)	Référence mesures externes
mm	mm	mm ²	mm	mm	mm	Publication

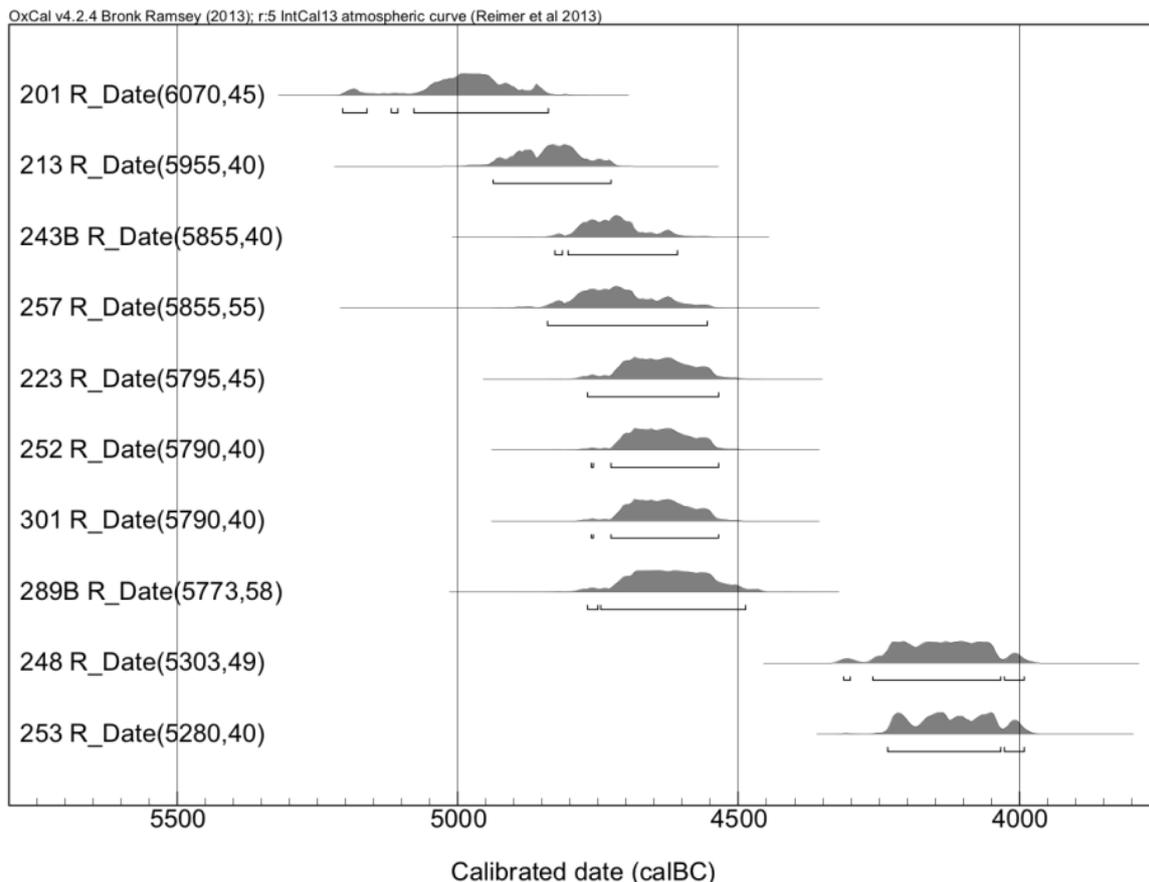
9. Variations anatomiques non métriques (VANM).

Variation	Condition	Stade
Code	Absent/Présent/ Non observable	De 1 à 8 selon les VANM

ANNEXE 6. DISTRIBUTION DES DATATIONS RADIOCARBONE POUR LA NÉCROPOLE DE GURGY (YONNE) ET LA SÉPULTURE COLLECTIVE DE L'AVEN DES BRÉGUIÈRES (ALPES-MARITIMES).

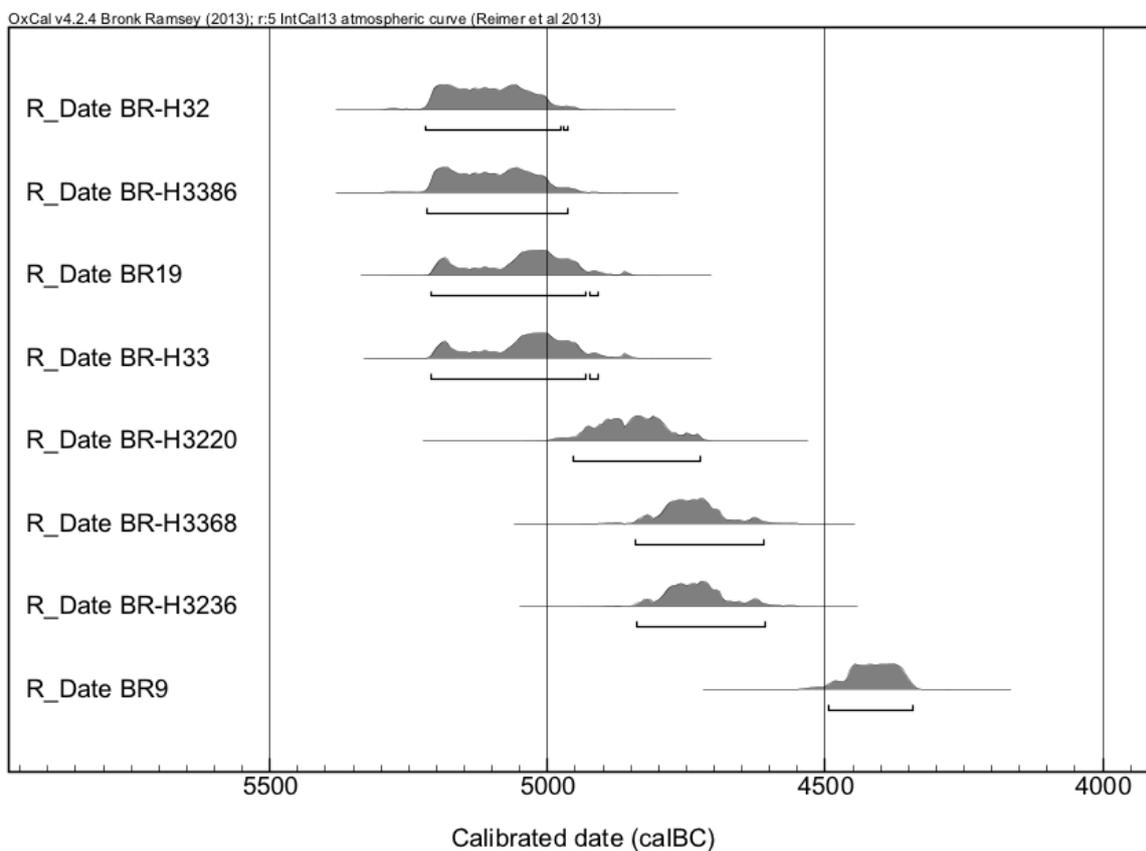
À Gurgy, plus d'une trentaine d'individus sur les 128 inhumés ont fait l'objet de datations radiocarbone sur os humains. Les résultats montrent une occupation de la nécropole sur plus de 1000 ans (entre 5100 cal. BC et 4000 cal. BC), période recouvrant la fin du Néolithique ancien et le Néolithique moyen du Bassin parisien.

Trois phases d'inhumations peuvent être distinguées : une phase ancienne dans le Néolithique ancien (5100-4800 cal. BC), la phase d'utilisation principale de la nécropole se situe dans le Néolithique moyen (4800-4500 cal. BC), et une phase plus récente (après 4500 cal. BC).



NB : ne sont reportées ici que les datations des individus de Gurgy dont les dents ont été microtomographiées dans la présente étude.

À l'Aven des Bréguières, huit datations radiocarbone ont été réalisées sur les individus inhumés. Elles placent l'utilisation funéraire du site entre la fin du 6^e et le milieu du 5^e millénaire (5200 à 4300 cal. BC), période à la transition entre Néolithique ancien et moyen, et en fait l'une des plus anciennes sépultures collectives du Néolithique méditerranéen.



ANNEXE 7. PROPORTIONS DES TISSUS DENTAIRES ET ÉPAISSEURS DE L'ÉMAIL DES UM2 NÉOLITHIQUES DE GURGY

Les reconstructions de surface des tissus dentaires et les cartographies de l'épaisseur de l'émail des 20 UM2 des individus néolithiques de Gurgy sont présentées dans les pages suivantes, avec :

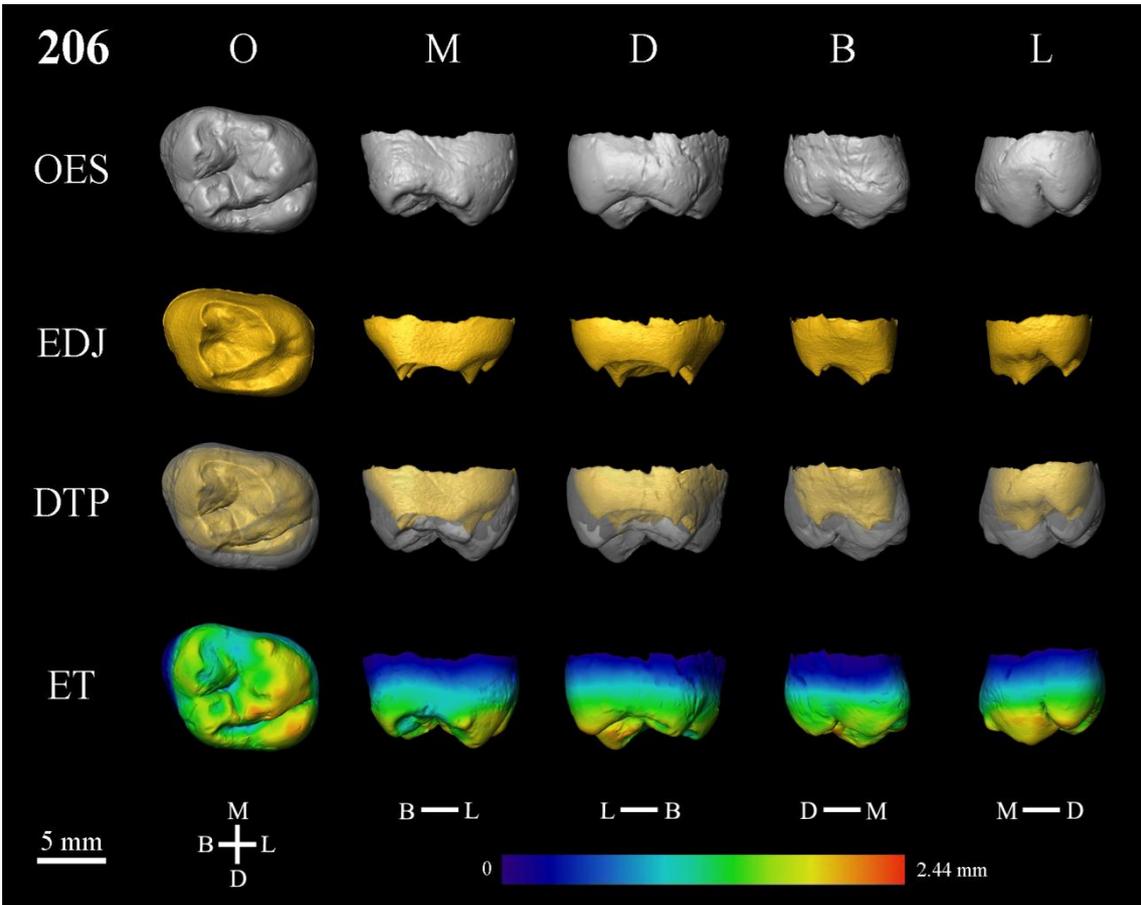
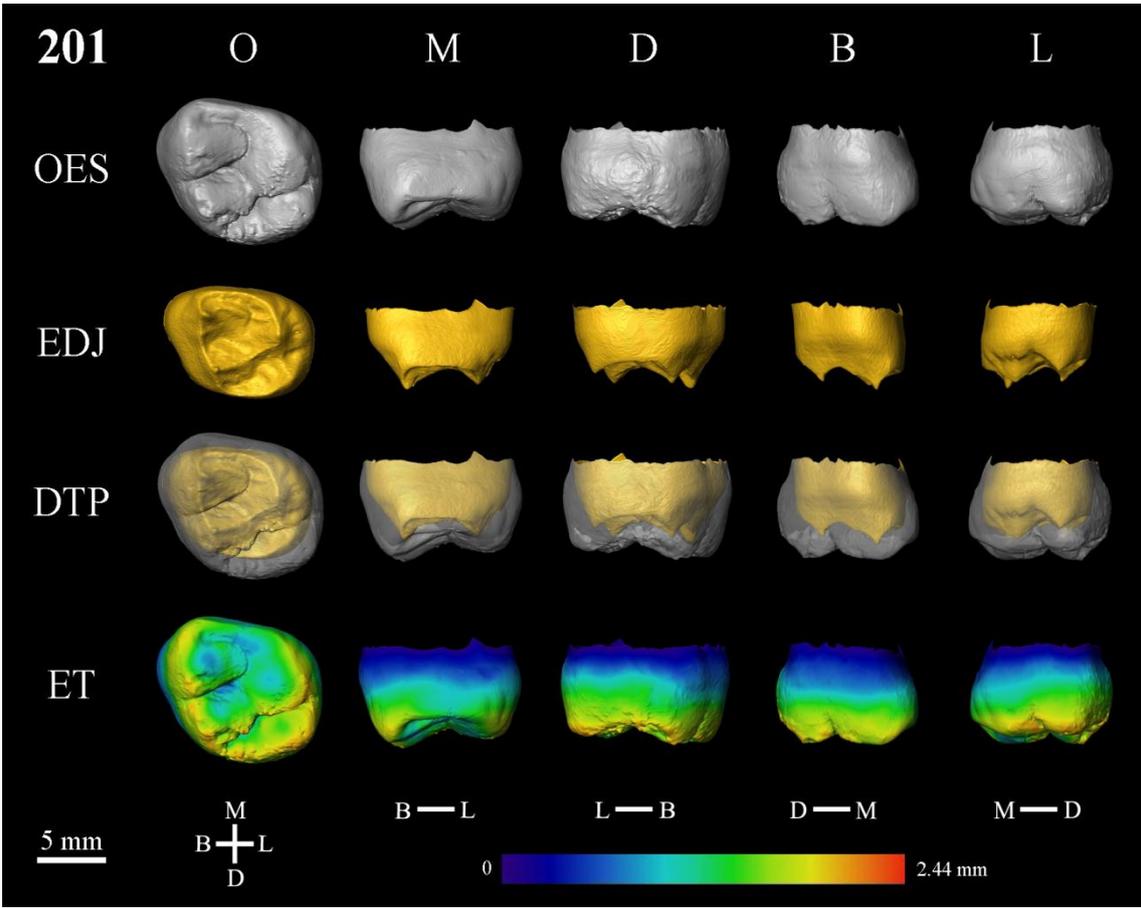
OES = surface extérieure de l'émail ;

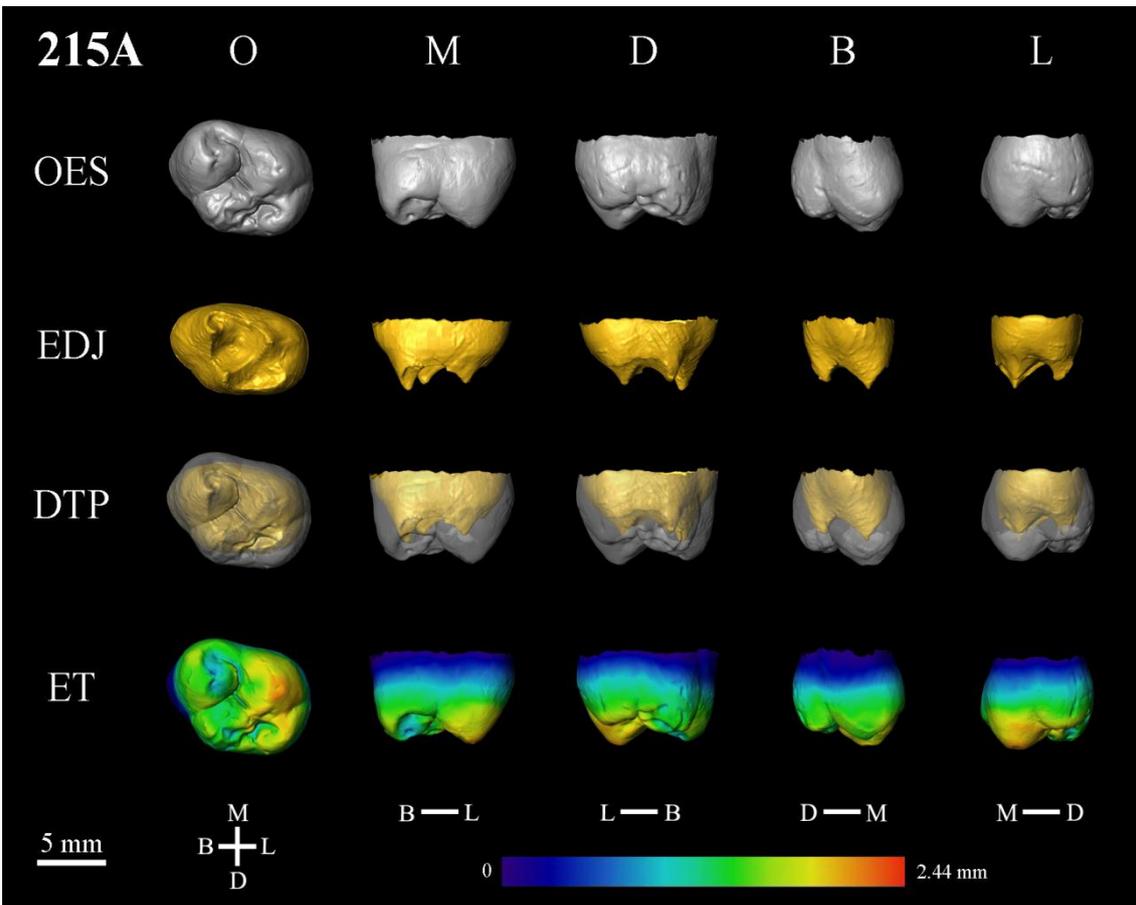
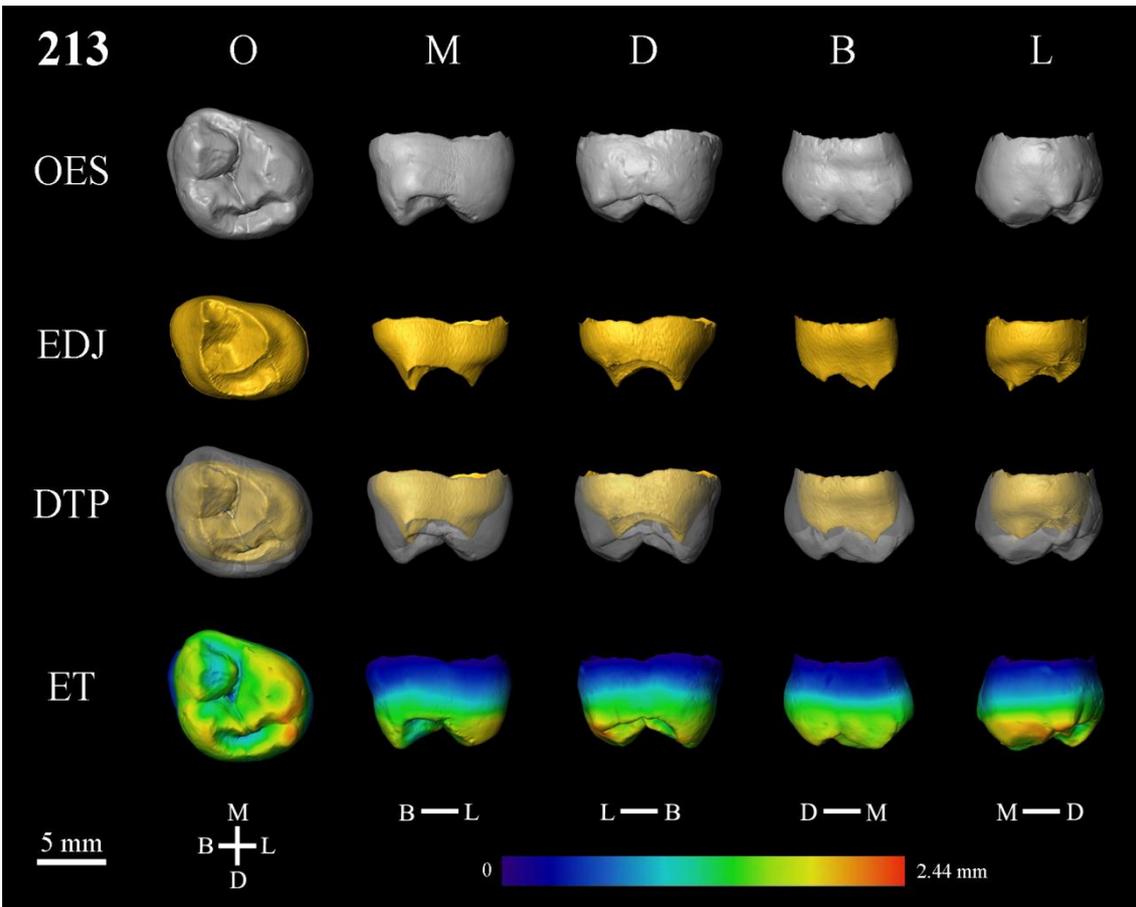
EDJ = jonction émail-dentine ;

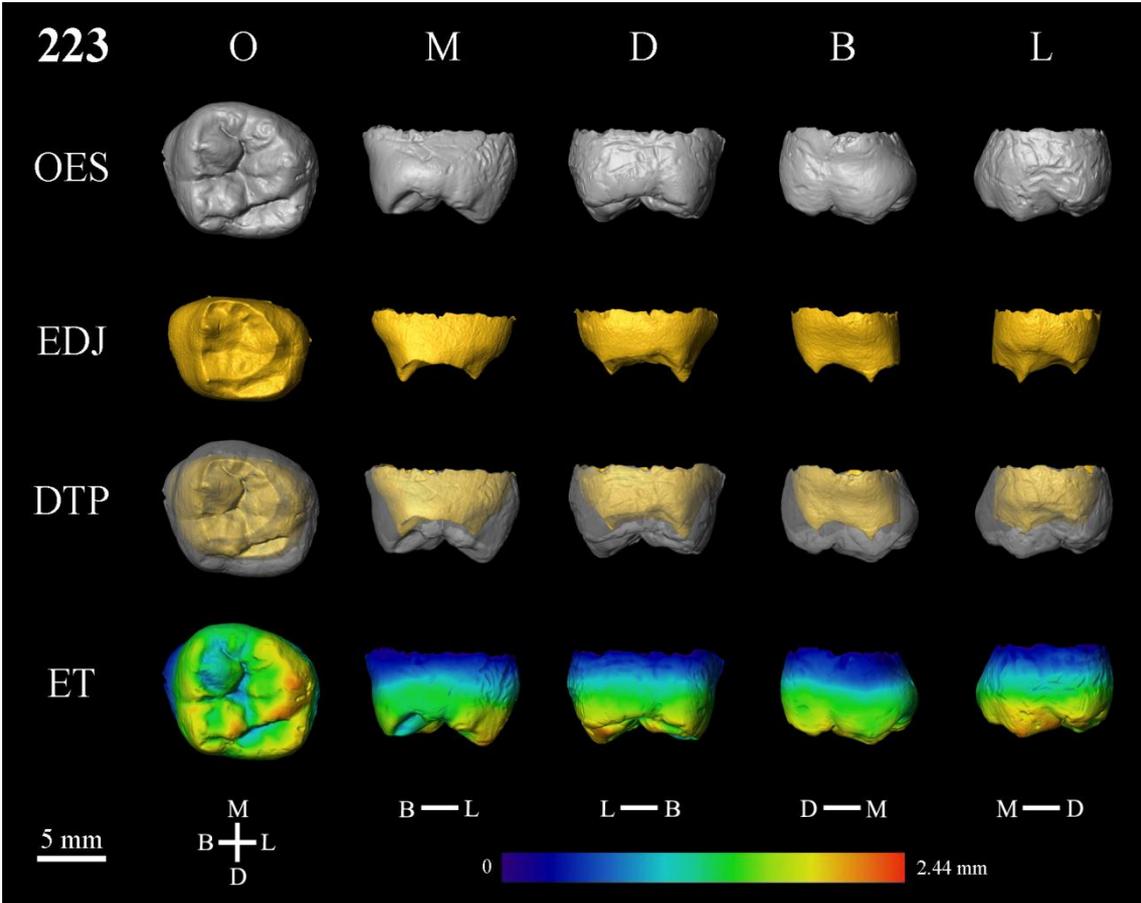
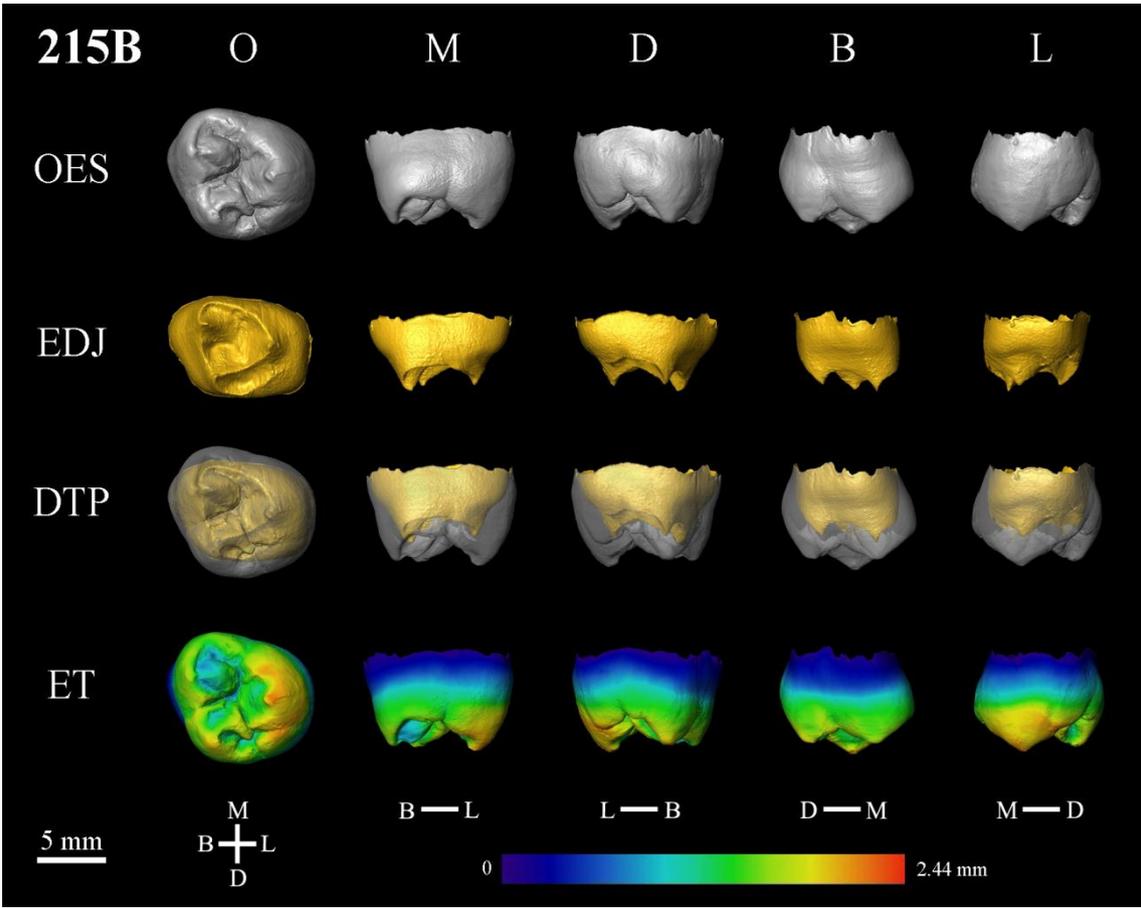
DTP =: proportion de l'émail et de la dentine en transparence ;

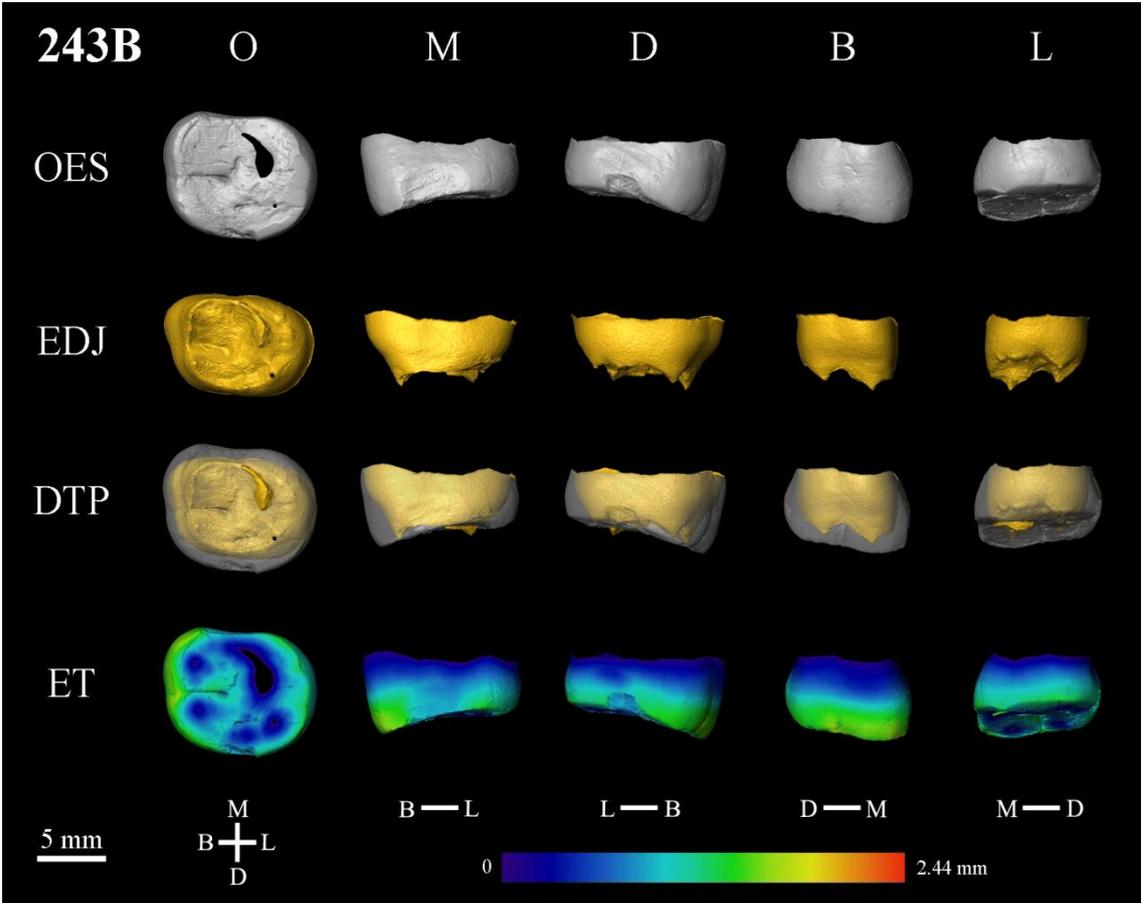
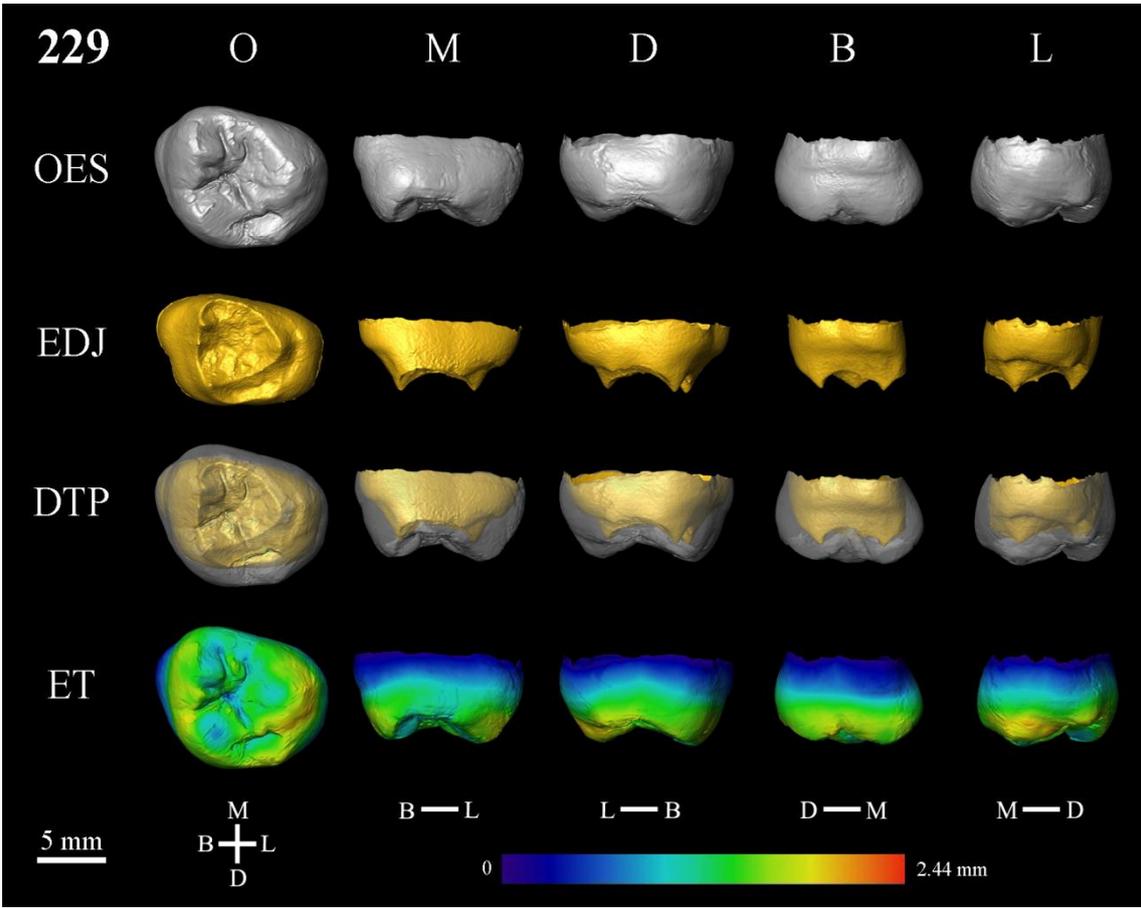
ET = cartographie de l'épaisseur de l'émail (l'échelle chromatique indique en bleu foncé les épaisseurs les plus faibles, et en rouge les épaisseurs les plus fortes) ;

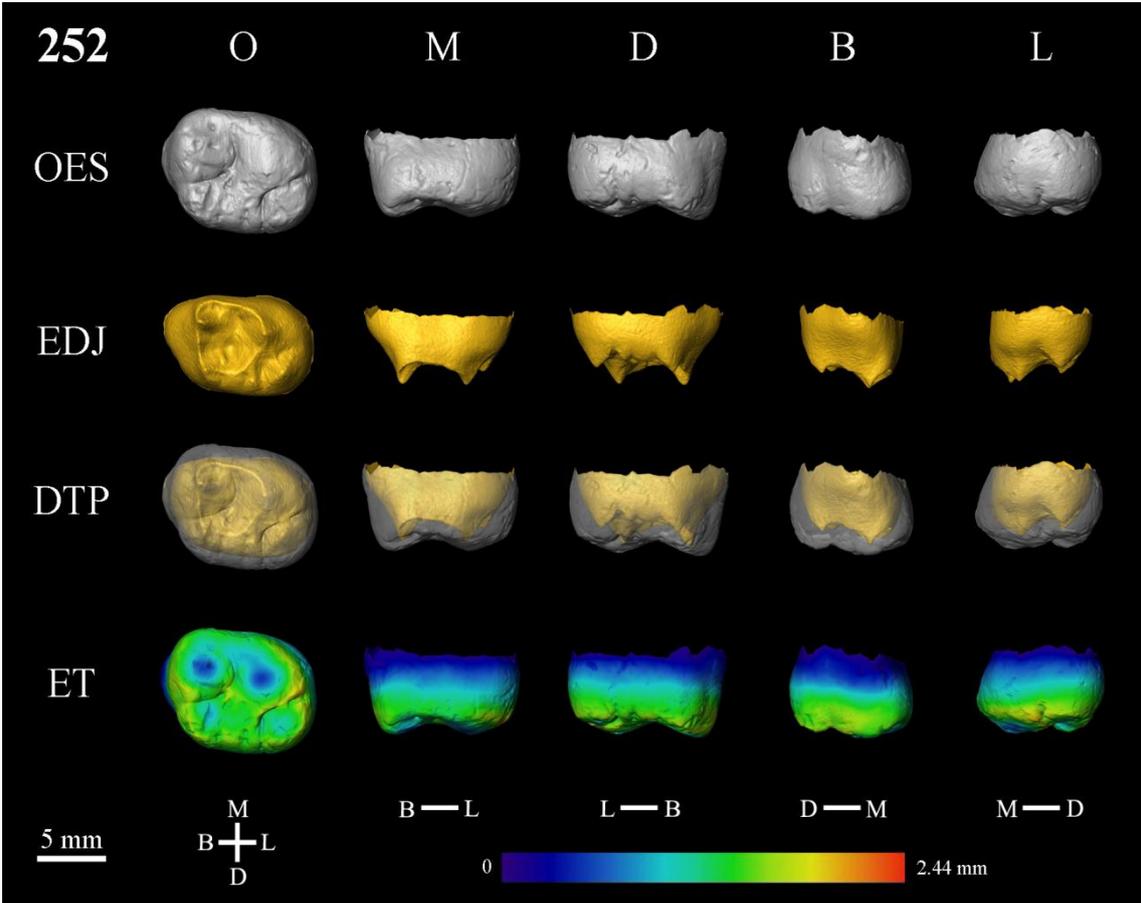
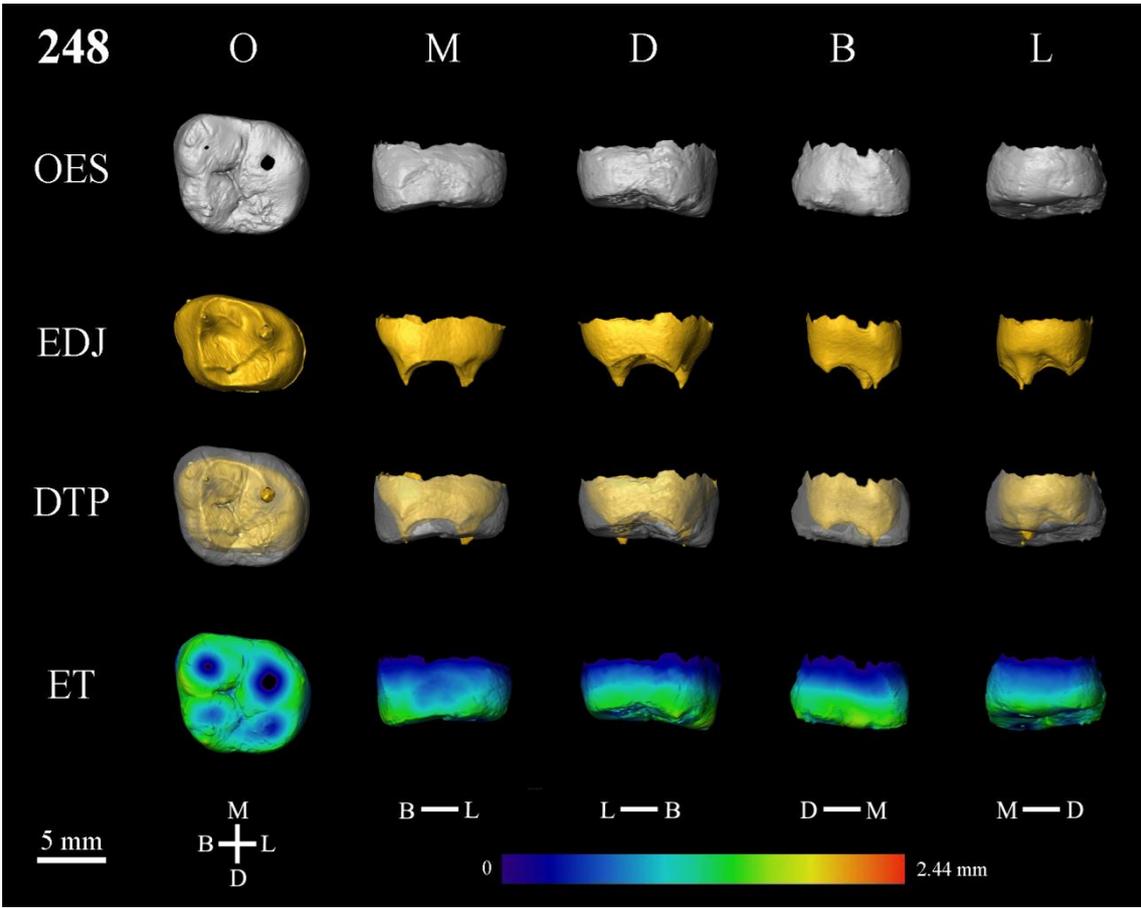
O = occlusal, M = mésial, D = distal, B = buccal, L = lingual.

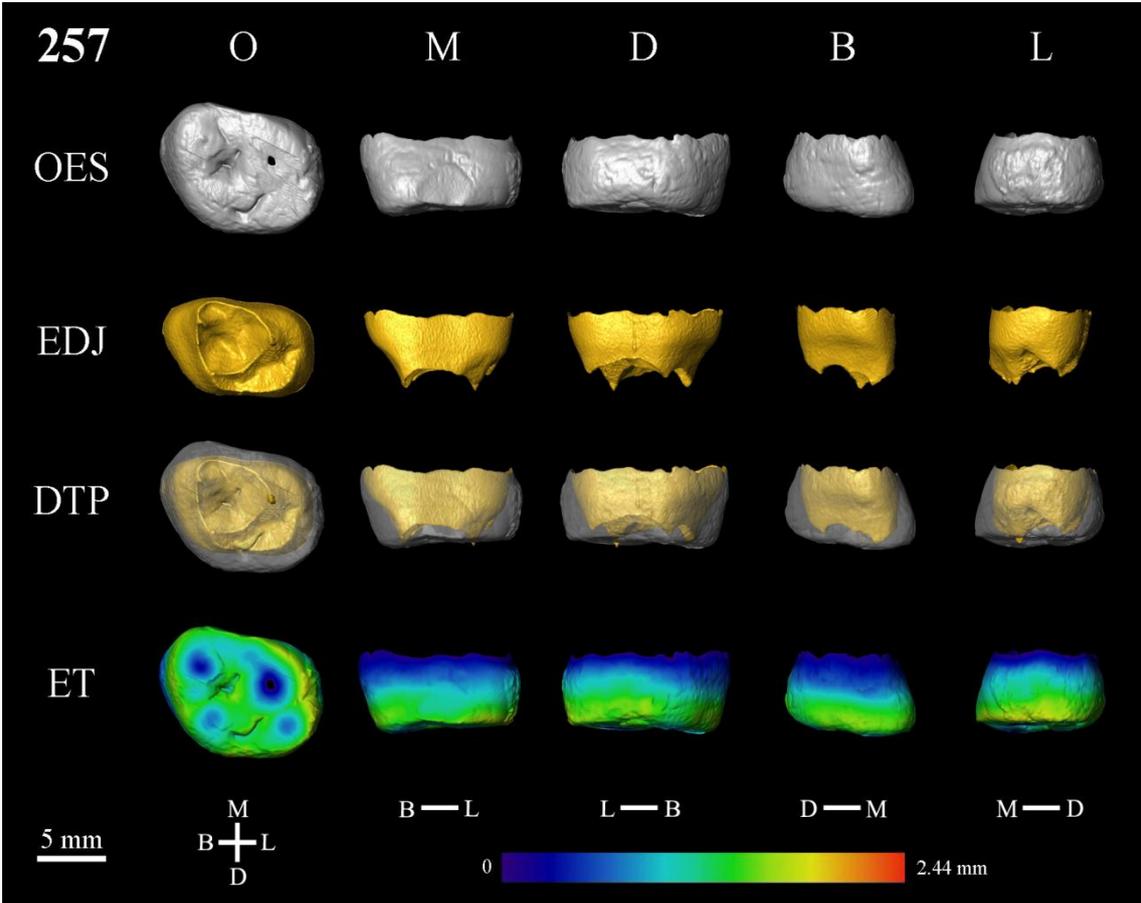
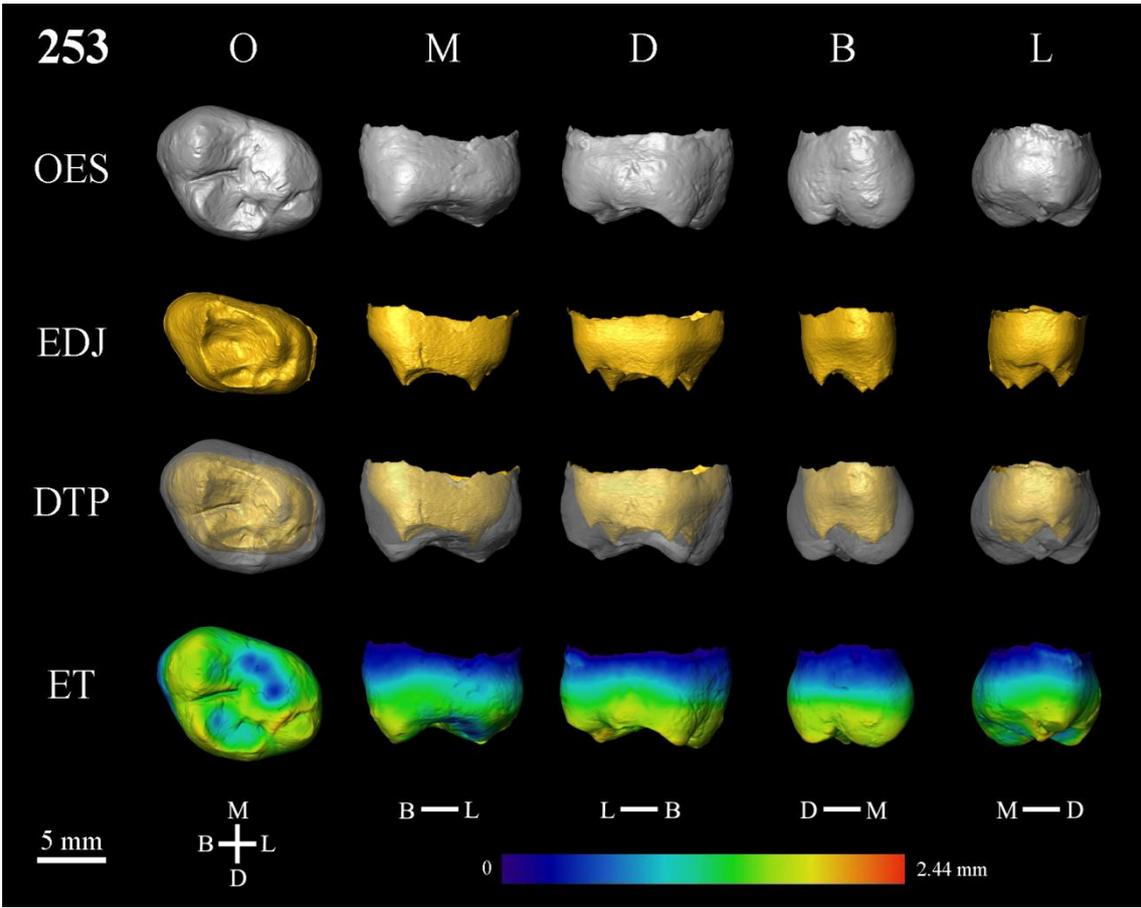


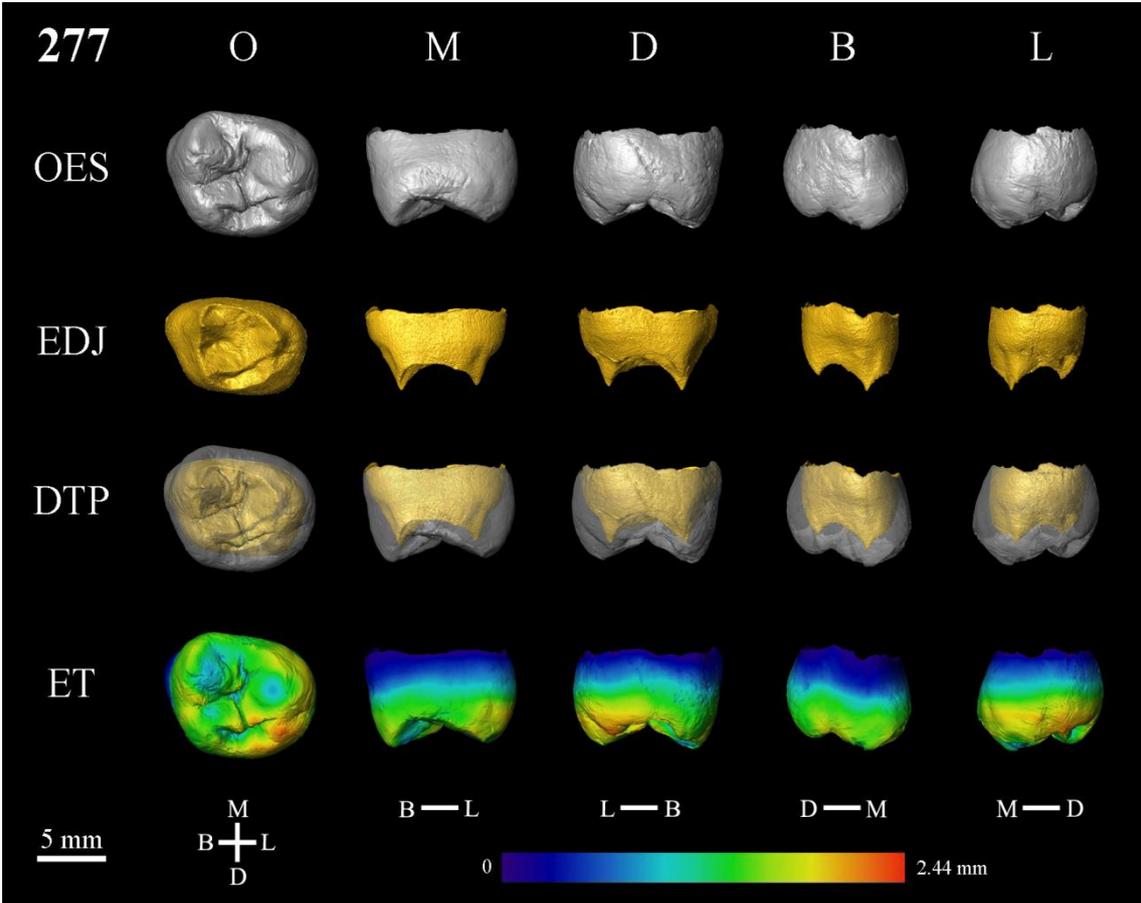
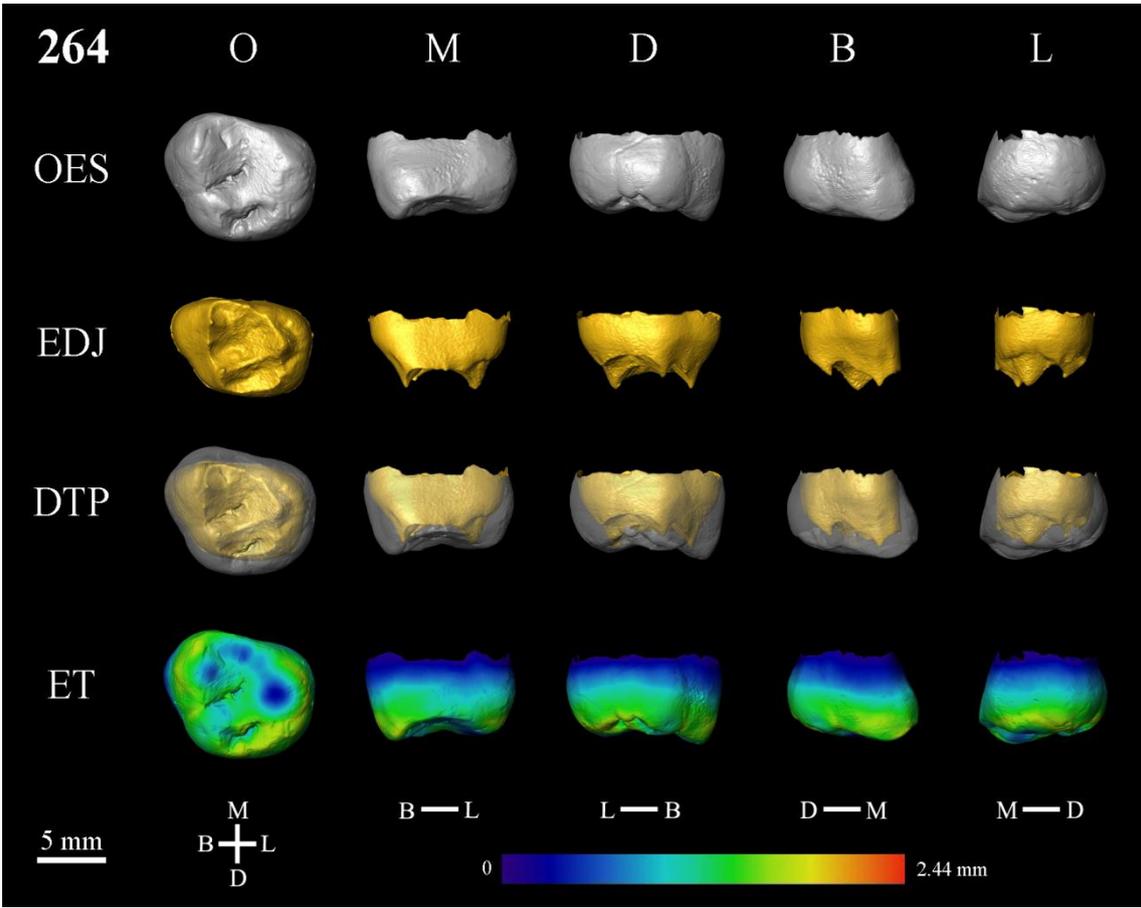


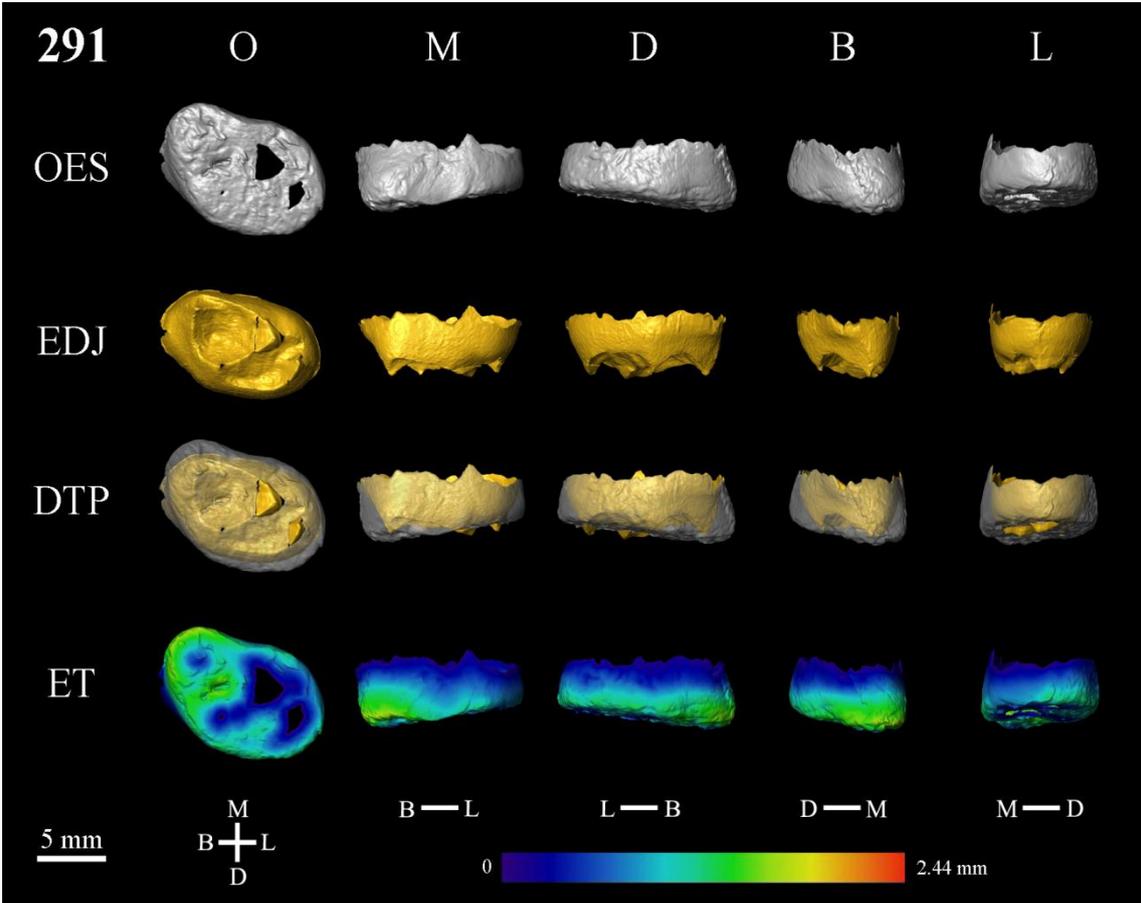
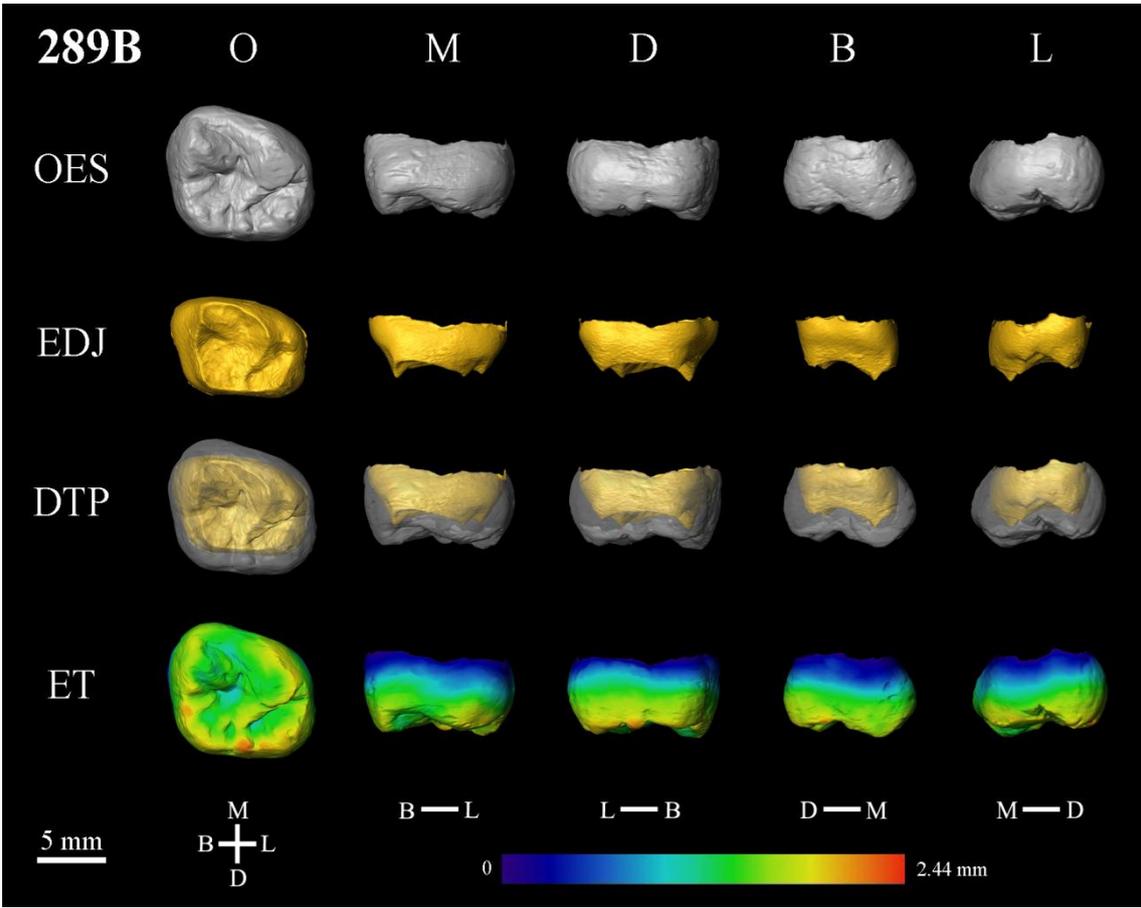


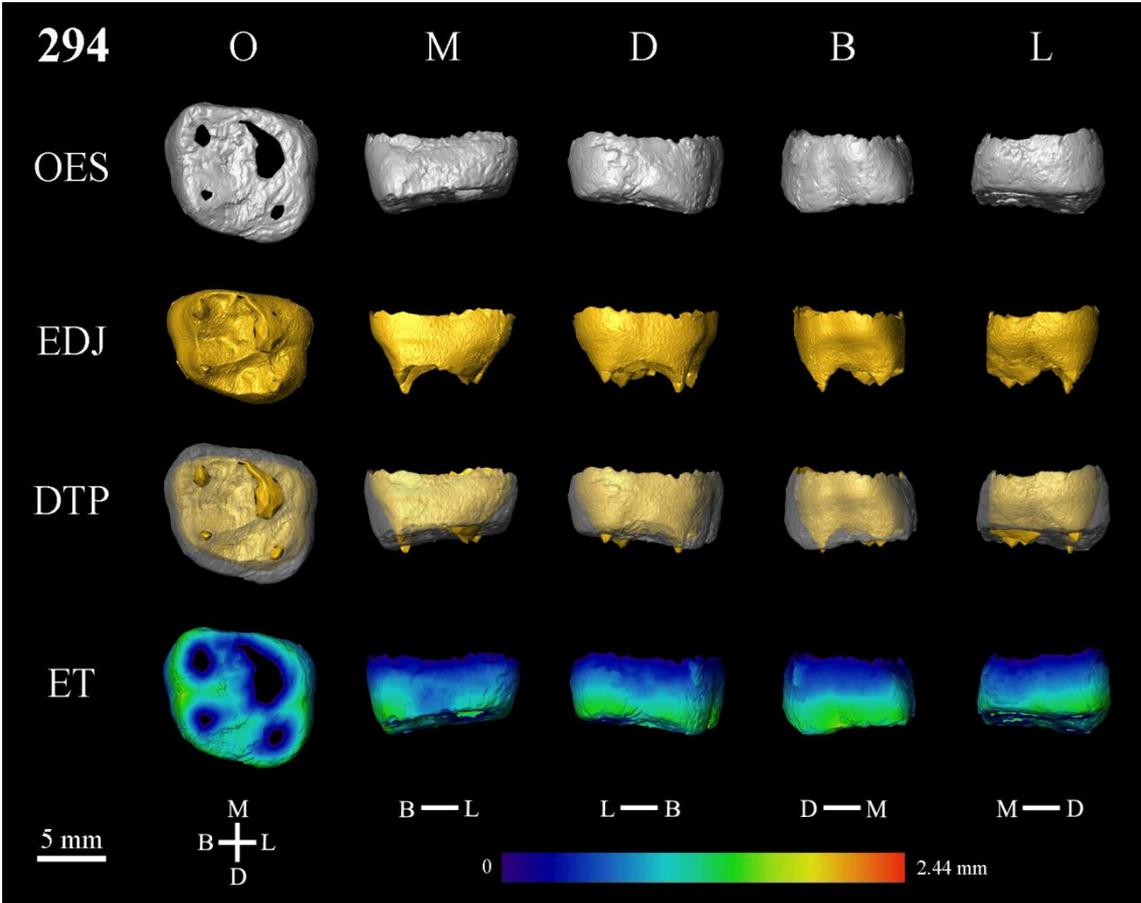
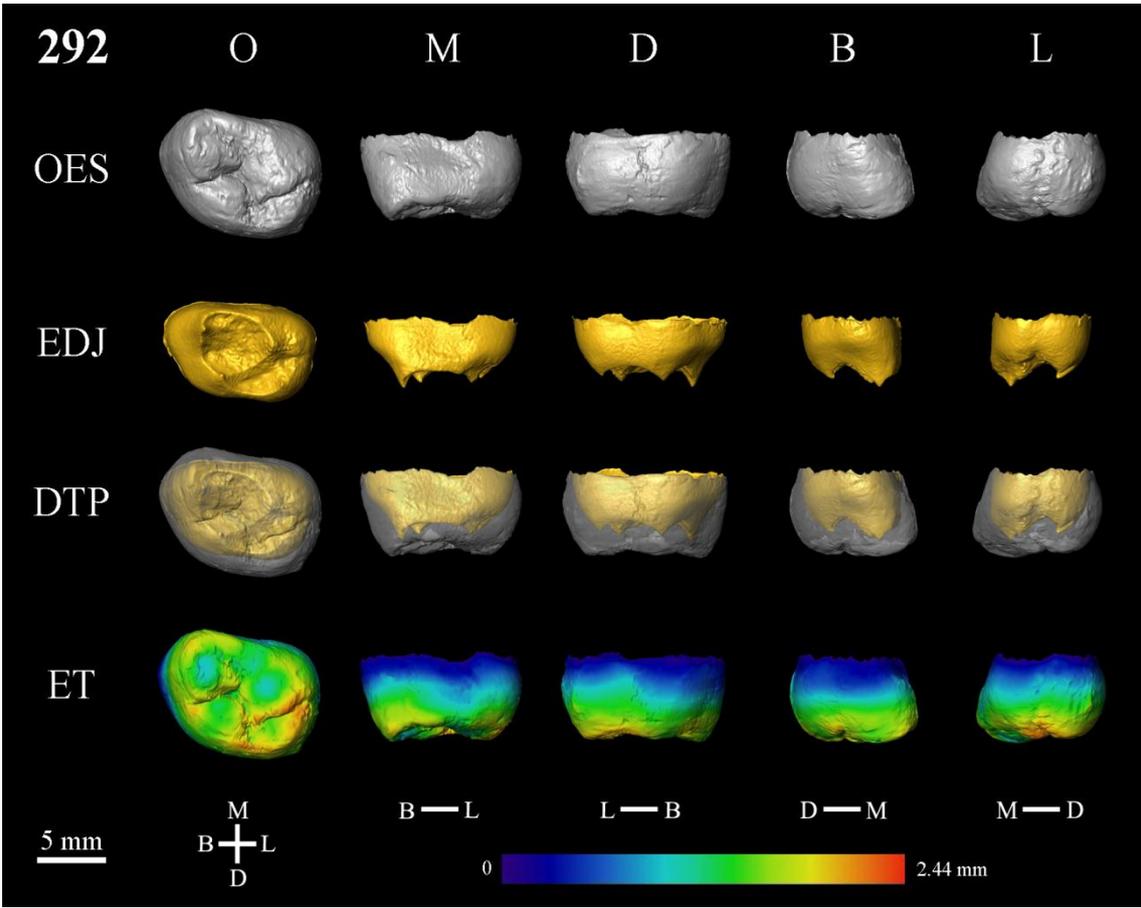


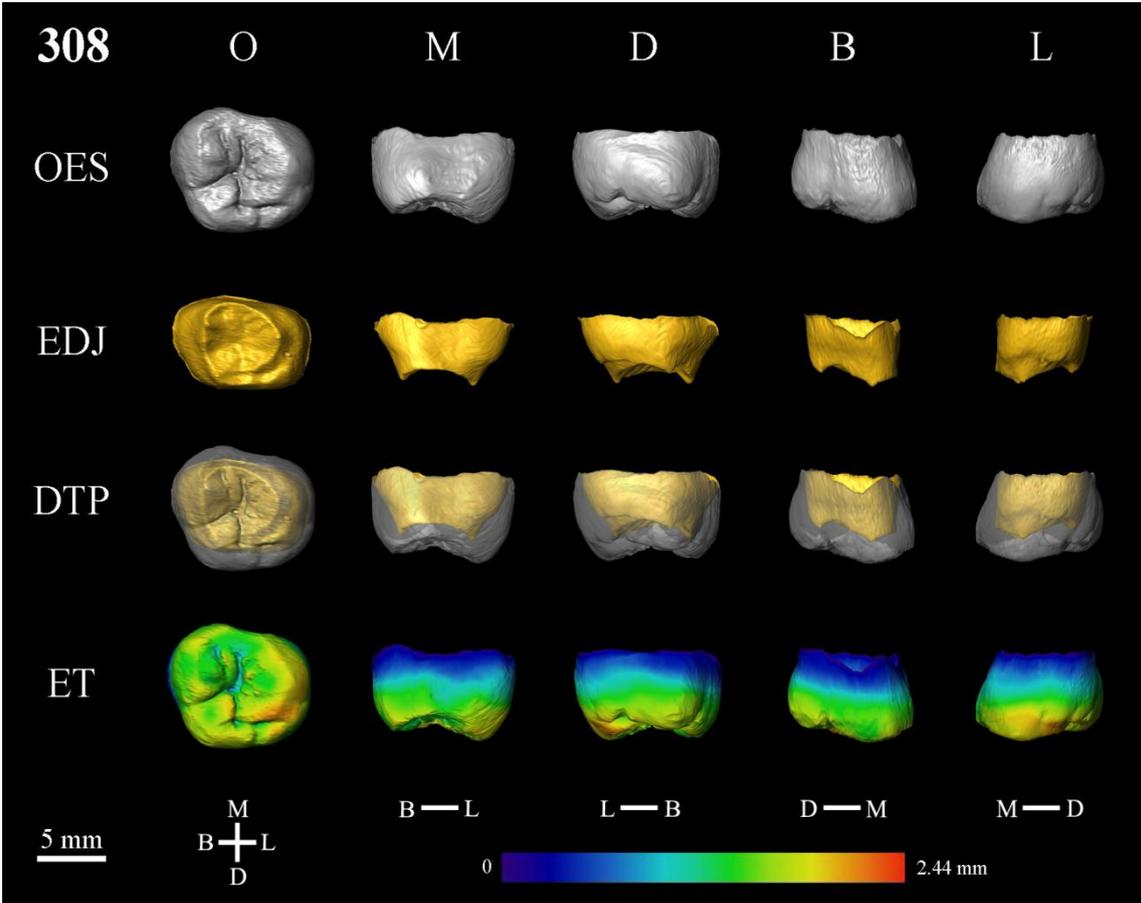
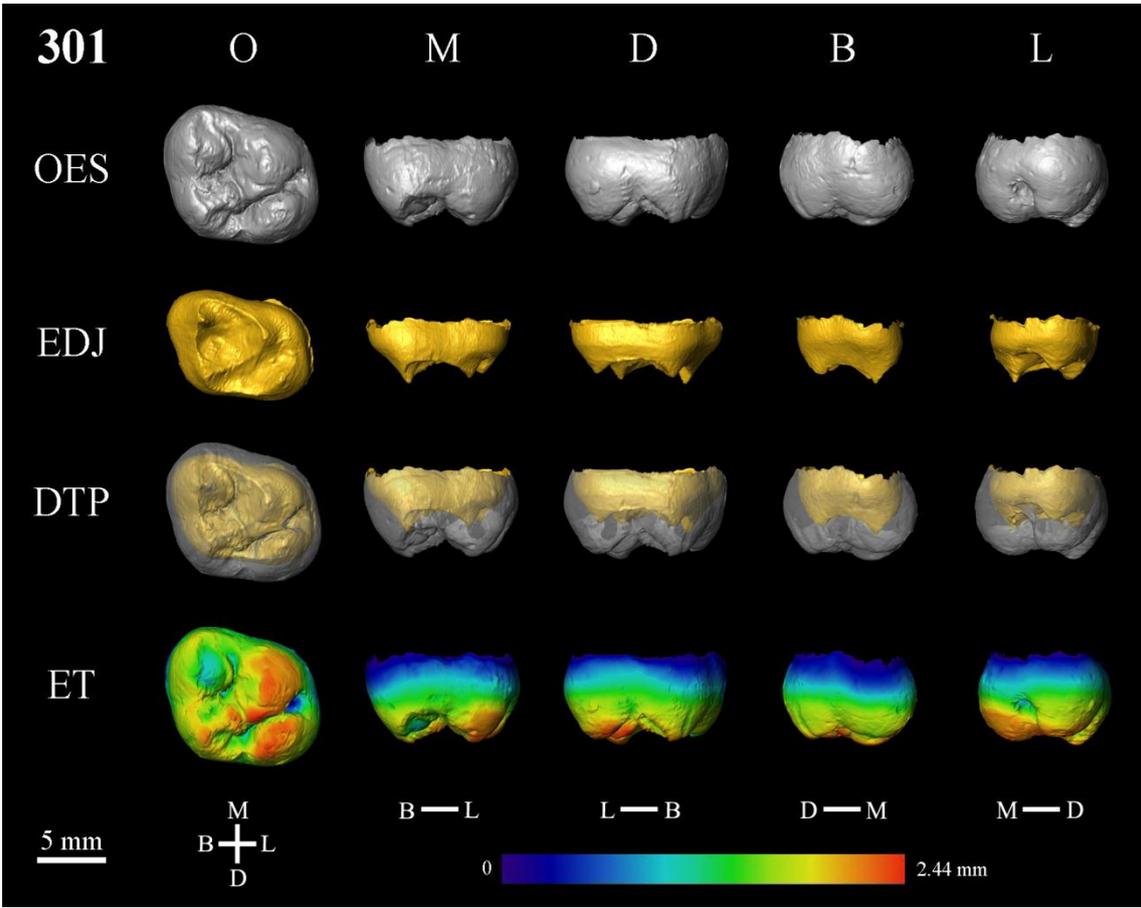




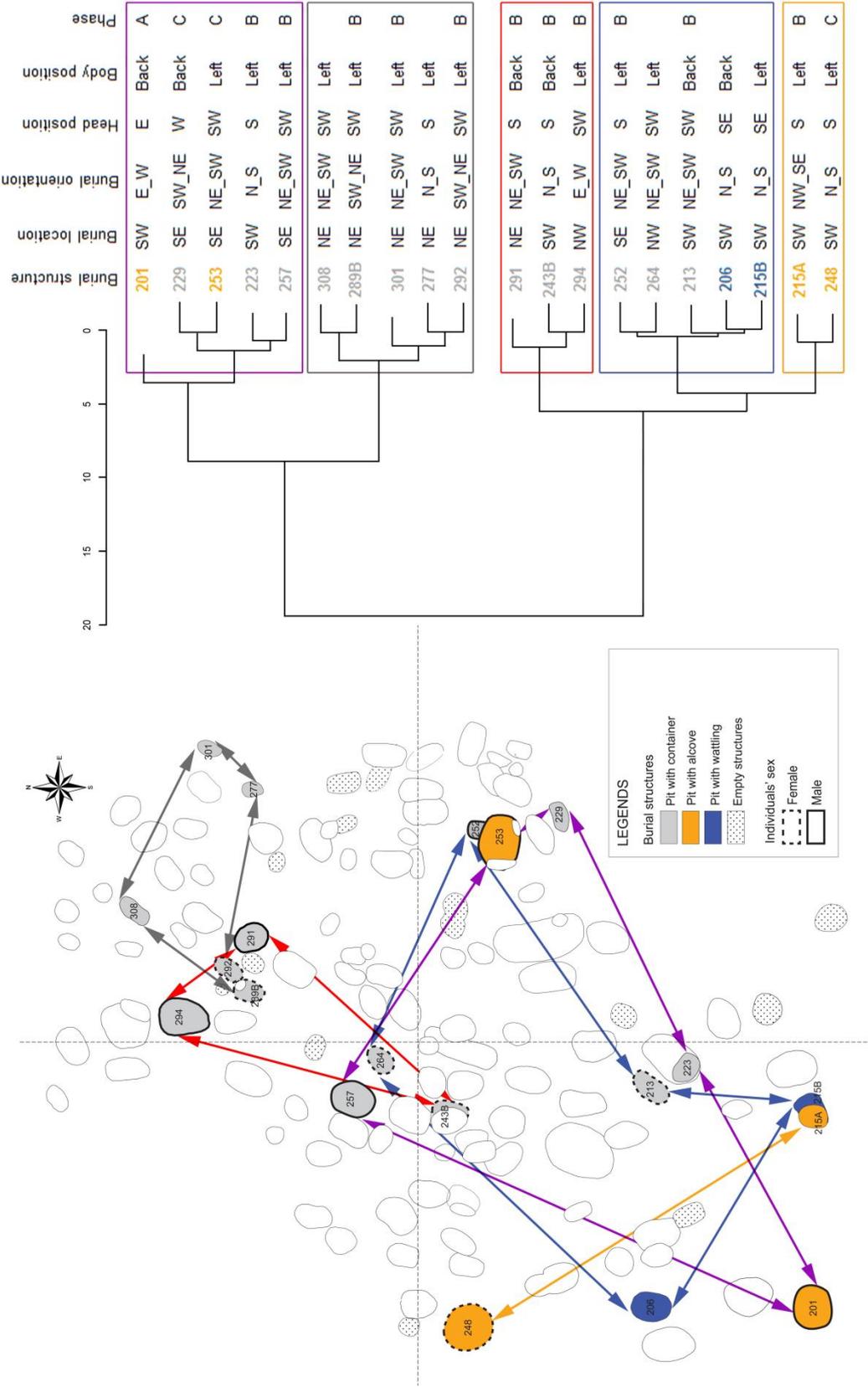








ANNEXE 8. PLAN DE LA NÉCROPOLE DE GURGY DÉTAILLANT LES REGROUPEMENTS D'INDIVIDUS OBTENUS D'APRÈS LE DENDROGRAMME DE L'ANALYSE EN CLUSTER.



Évolution dentaire dans les populations humaines de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène (19000 – 5500 cal. BP) : une approche intégrée des structures externe et interne des couronnes pour le Bassin aquitain et ses marges.

À partir de la fin du Pléistocène, une réduction de la taille des dents humaines et une simplification morphologique ont été observées et débattues en lien avec des changements culturels et environnementaux. Suite à de nouvelles découvertes et à la révision des contextes archéologiques de certains gisements, une réévaluation de la nature des variations de plus de 1900 couronnes dentaires est proposée pour 176 individus de la fin du Paléolithique, du Mésolithique et du début du Néolithique provenant du Bassin aquitain et de ses marges. Particulièrement, les variations de la structure interne (épaisseur de l'émail, proportions des tissus dentaires, morphologie de la jonction émail-dentine) ont été évaluées de manière non invasive grâce aux méthodes d'imagerie 3D (microtomographie) et de morphométrie géométrique afin de caractériser et d'interpréter l'évolution des couronnes dentaires selon une approche intégrée. Les résultats des analyses morphométriques montrent une discontinuité entre les populations de la fin du Pléistocène et celles du début de l'Holocène. Une réduction des dimensions externes, des épaisseurs de l'émail et des proportions des tissus est mesurée entre la fin du Paléolithique et le Mésolithique, alors que des différences majeures dans les types d'usure et la distribution de l'émail sont observées entre le Mésolithique et le Néolithique. Ces données suggèrent que les modifications induites par les changements environnementaux de l'Holocène ont eu un impact plus important sur la réduction dentaire dans les populations humaines et que les changements culturels néolithiques ont surtout affecté la distribution de l'émail. Enfin, une corrélation entre le type d'usure occlusale et la distribution de l'épaisseur de l'émail a été mise en évidence et associée à des changements de régime alimentaire. En particulier, l'épaisseur de l'émail peut évoluer rapidement comme une réponse sélective aux changements fonctionnels dans la biomécanique de la mastication.

Mots clés : microévolution, populations humaines modernes, réduction dentaire, variations anatomiques non métriques, épaisseur de l'émail, proportions des tissus dentaires, jonction émail-dentine, imagerie 3D, microtomographie, morphométrie géométrique, Pléistocène, Holocène.

Dental evolution in Late Pleistocene and Early Holocene human populations (19000 – 5500 cal. BP): a whole crown perspective in the Aquitaine Basin, southwest France, and its margins.

Since the Late Pleistocene, a reduction in size and a morphological simplification of human teeth have been observed and arguably linked to cultural and environmental changes. Following new discoveries along with the revision of key archaeological contexts, a re-assessment of the nature of crown variations on more than 1900 teeth is proposed for 176 Late Paleolithic, Mesolithic and Early Neolithic individuals from the Aquitaine Basin and its margins. In particular, a non-invasive assessment of internal tooth structure variability (enamel thickness, dental tissue proportions, enamel-dentine junction morphology) has been performed using 3D imaging methods (microtomography) and geometric morphometrics in order to characterize and interpret dental evolution from a whole crown perspective. Results from the morphometric analyses show a discontinuity between Late Pleistocene and Early Holocene populations. External dimensions, enamel thicknesses and tissue proportions are reduced in Mesolithic individuals compared to those of the Late Paleolithic, while major differences are observed in occlusal wear patterns and enamel distribution between Mesolithic and Early Neolithic samples. These data suggest that environmentally-driven modifications during the Early Holocene had a major impact on dental reduction in human populations and that Neolithic cultural changes had mostly affected enamel distribution. Finally, a correlation between occlusal wear pattern and enamel thickness distribution is observed and associated with dietary changes. In particular, enamel thickness may have rapidly evolved as a selective response to functional changes in masticatory biomechanics.

Keywords: microevolution, modern human populations, dental reduction, nonmetric dental variation, enamel thickness, dental tissue proportions, enamel-dentine junction, 3D imaging, microtomography, geometric morphometrics, Pleistocene, Holocene.
