Variabilité génétique et morphologique dentaire : apport de l'empreinte optique

Morad Ait-Damou

▶ **To cite this version:**

Morad Ait-Damou. Variabilité génétique et morphologique dentaire : apport de l'empreinte optique. Chirurgie. 2022. dumas-03720786

HAL Id: dumas-03720786

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03720786

Submitted on 12 Jul 2022

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.

Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Aix*Marseille université
Socialement engagée

Faculté des sciences médicales et paramédicales
Aix*Marseille Université

ECOLE DE MEDECINE DENTAIRE

THÈSE

POUR OBTENIR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et publiquement soutenue devant

Aix-Marseille Université
(Président : Monsieur le Professeur Éric BERTON)

Faculté des Sciences Médicales et Paramédicales
(Doyen : Monsieur le Professeur Georges LEONETTI)

Ecole de Médecine Dentaire
(Directeur : Monsieur le Professeur Bruno FOTI)

Variabilité génétique et morphologie dentaire : apport de l'empreinte optique

Présentée par

Ait-Damou Morad

Né le 23 Novembre 1988

A Toulouse

Thèse soutenue le **Jeudi 31 Mars 2022**

Devant le jury composé de

Président : **Professeur RASKIN Anne**

Assesseurs : **Professeur RUQUET Michel**

Docteur RÉ Jean-Philippe

Docteur FAURE-BRAC Mathias

Invité : **Docteur DRAUSSIN Thierry**

Aix*Marseille université
Socialement engagée

Faculté des sciences médicales et paramédicales
Aix*Marseille Université
ECOLE DE MEDECINE DENTAIRE

THÈSE

POUR OBTENIR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et publiquement soutenue devant

Aix-Marseille Université
(Président : Monsieur le Professeur Éric BERTON)

Faculté des Sciences Médicales et Paramédicales
(Doyen : Monsieur le Professeur Georges LEONETTI)

Ecole de Médecine Dentaire
(Directeur : Monsieur le Professeur Bruno FOTI)

Variabilité génétique et morphologie dentaire : apport de l'empreinte optique

Présentée par

Ait-Damou Morad

Né le 23 Novembre 1988

A Toulouse

Thèse soutenue le **Jeudi 31 Mars 2022**

Devant le jury composé de

Président :	**Professeur RASKIN Anne**
Assesseurs :	**Professeur RUQUET Michel**
	Docteur RÉ Jean-Philippe
	Docteur FAURE-BRAC Mathias
Invité :	**Docteur DRAUSSIN Thierry**

Faculté des sciences médicales et paramédicales
Aix-Marseille Université

Ecole de médecine dentaire

ADMINISTRATION

Doyens Honoraires	Professeur	Raymond SANGIUOLO†
	Professeur	Henry ZATTARA
	Professeur	André SALVADORI
	Professeur	Jacques DEJOU
Directeur	Professeur	Bruno FOTI
Directeurs adjoints	Professeur	Michel RUQUET
	Professeur	Anne RASKIN
Chargés de missions		
Formation Initiale	Professeur	Michel RUQUET
Recherche	Professeur	Anne RASKIN
Formation Continue	Professeur	Frédéric BUKIET
Relations Internationales	Professeur	Hervé TASSERY
Internat et Diplômes d'études spécialisées	Professeur	Virginie MONNET-CORTI
Affaires générales	Docteur	Patrick TAVITIAN
RAD	Madame	Katia LEONI

PROMOTIONS :

2019 Raymond SANGIUOLO
2020 Gaston BERGER
2021 Joseph MIGOZZI

Faculté des sciences médicales et paramédicales
Aix*Marseille Université

Ecole de médecine dentaire

LISTE DES ENSEIGNANTS

PROFESSEURS DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS DES CSERD

BUKIET Frédéric (58-01)
FOTI Bruno (58-02)
LE GALL Michel (56-01)
MONNET-CORTI Virginie (57-01)
RASKIN Anne (58-01)
RUQUET Michel (58-01)
TARDIEU Corinne (56-01)
TARDIVO Delphine (56-02)
TASSERY Hervé (58-01)
TERRER Elodie (58-01)

PROFESSEUR DES UNIVERSITES

ABOUT Imad (65)

PROFESSEURS EMERITES

DEJOU Jacques
HUE Olivier

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS DES CSERD

ABOUDHARAM Gérard (58-01)
BANDON Daniel (56-01)
BELLONI Didier (57-01)
BOHAR Jacques (56-01)
CAMOIN Ariane (56-01)
CAMPANA Fabrice (57-01)
CATHERINE Jean-Hugues (57-01)
GAUBERT Jacques (56-01)
GIRAUD Thomas (58-01)
GIRAUDEAU Anne (58-01)
GUIVARC'H Maud (58-01)
JACQUOT Bruno (58-01)
LABORDE Gilles (58-01)
LAN Romain (56-02)
LAURENT Michel (58-01)
LAURENT Patrick (57-01)
MAILLE Gérald (58-01)
MENSE Chloé (58-01)
PHILIP-ALLIEZ Camille (56-01)
POMMEL Ludovic (58-01)
PRECKEL Bernard-Éric (58-01)
RÉ Jean-Philippe (58-01)
ROCHE-POGGI Philippe (57-01)
STEPHAN Grégory (58-01)
TAVITIAN Patrick (58-01)
TOSELLO Alain (58-01)

Faculté des sciences médicales et paramédicales
Aix*Marseille Université

Ecole de médecine dentaire

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES ASSOCIES

ANTEZACK Angeline (57-01)
BALLESTER Benoît (58-01)
BLANCHET Isabelle (58-01)
CASAZZA Estelle (58-01)

ASSISTANTS HOSPITALIERS ET UNIVERSITAIRES

AL AZAWI Hala (56-01)
ARNIER Canelle (56-01)
BAUDINET Thomas (58-01)
BRINCAT Arthur (57-01)
BROS Agnès (56-01)
CHIARINI Thomas (58-01)
DUMAS Cathy (57-01)
DUPRAT Florence (56-01)
FAURE-BRAC Mathias (57-01)
FERRE Enzo (58-01)
FOUQUES Agathe (56-01)
LAURENT Camille (58-01)
LIOTARD Alicia (58-01)
MADENIAN Pauline (58-01)
MANSUY Charlotte (58-01)
MARCHAL Paul (58-01)
MARTIN William (56-01)
ONGHENA Tom (56-01)
PASCHEL Laura (58-01)
PILLIOL Virginie (58-01)
RAYNAUD Camille (58-01)
ROMAO Vincent (57-01)
VIEILLARD Pierre (56-01)

ASSISTANTS DES UNIVERSITES ASSOCIES

GRINE Ghilès (57-01)

Intitulés des sections CNU :
56ème section : Développement, croissance et prévention
56-01 Odontologie pédiatrique et orthopédie dento-faciale
56-02 : Prévention – Epidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale
57ème section : Chirurgie orale, Parodontologie, Biologie Orale
57-01 : Chirurgie orale – Parodontologie – Biologie orale
58ème section : Réhabilitation orale
58-01 : Dentisterie restauratrice – Endodontie – Prothèses – Fonction-Dysfonction – Imagerie – Biomatériaux

L'auteur s'engage à respecter les droits des tiers, et notamment les droits de propriété intellectuelle. Dans l'hypothèse où la thèse comporterait des éléments protégés par un droit quelconque, l'auteur doit solliciter les autorisations nécessaires à leur utilisation, leur reproduction et leur représentation auprès du ou des titulaires des droits. L'auteur est responsable du contenu de sa thèse. Il garantit l'Université contre tout recours. Elle ne pourra en aucun cas être tenue responsable de l'atteinte aux droits d'un tiers

A Madame le Professeur Anne Raskin,

Chère Professeur, j'espère pouvoir tout au long de ma carrière être digne de vos enseignements érudits et de votre philosophie. Notre rencontre a commencé en stage à l'unité de soins spécifiques et cela a duré plus de trois ans. Durant ces années, j'ai pu observer une femme accomplie avec un cœur immense et un sens du partage inégalé, cela vous permet d'élever le métier de chirurgien-dentiste au rang d'art. J'étais un élève en difficulté qui voyait son avenir écrit au crayon à papier lentement s'effacer. Votre volonté, votre énergie et votre sagesse m'ont fait comprendre que c'est avec force et détermination que nous écrivons notre avenir et qu'un simple crayon à papier pouvait le graver à tout jamais.
Vous m'avez offert une chance, c'est le genre de chance qui sauve une vie, le genre de chance qui a créé des vies plutôt…
Veuillez trouver dans ce travail ma profonde reconnaissance. Puis-je ne jamais vous décevoir.

A Monsieur le Professeur Michel Ruquet,

Mes années de clinique ont été magnifiques à vos côtés, vous étiez toujours disponible pour moi, nous avons pu largement échanger sur les patients que nous avons traités ensemble. Vous m'avez fait l'honneur de diriger ma thèse qui fut très longue avec ma tendance à m'éparpiller dans tous les sens, vous avez fait preuve d'une patience qui vous honore.
Veuillez trouver dans ce travail ma profonde reconnaissance.

A Monsieur le Docteur Jean-Philippe Ré,

L'enseignant passionné que j'ai rencontré en cours optionnel de comparam m'a fait retomber en enfance. Grace aux enseignants comme vous, des étudiants comme moi qui n'étaient pas forcément enjoués par le système scolaire, ont fini par l'aimer et à vouloir réussir. Merci à vous d'être présent ce soir pour mon dernier jour de vie d'étudiant, et pour le premier jour d'une autre de mes vies.

A Monsieur le Docteur Mathias Faure-Brac

Je vous suis reconnaissant de la spontanéité et de l'enthousiasme dont vous avez fait part lorsque vous avez accepté de siéger parmi mon jury.

A Monsieur le Docteur Thierry Draussin,

C'est une véritable joie de vous compter à ma soutenance de thèse. J'allais à reculons en stage d'urgence mais votre présence, votre sourire communicatif et votre humour ont changé complétement ma perception de la clinique. Cela m'a permis de m'intégrer avec les étudiants et de partager de grands moments de rigolade. Merci à vous d'être présent ce soir pour mon dernier jour de vie d'étudiant, et pour le premier jour d'une autre de mes vies.

VARIABILITE GENETIQUE ET MORPHOLOGIE DENTAIRE : APPORT DE L'EMPREINTE OPTIQUE

TABLE DES MATIERES

AVANT-PROPOS 1

INTRODUCTION 2

1°/ LIENS ENTRE VARIABILITES GENETIQUES ET DIVERSITES POPULATIONNELLES 3

DIVERSITE CULTURELLE 3

Dynamique évolutive des populations 3
La sélection culturelle 4

L'INFLUENCE CULTURELLE SUR LE POOL GENETIQUE D'UNE POPULATION 5

distance génétique et diversité culturelle 6

DIVERSITE PHYSIQUE (APPARENCE, VOIX, MORPHOLOGIE DENTAIRE) 7

La sélection naturelle de Charles Darwin 8
L'APPARENCE 8
L'influence culturelle sur les visages et les dents 8
LA VOIX 13
Le dimorphisme sexuelle de la voix 13
lien entre diversité génétique et linguistique 14
LA MORPHOLOGIE DENTAIRE 17

2°/ ROLE DE L'ETUDE DE LA MORPHOLOGIE DENTAIRE 19

DANS L'EXPRESSION DE LA VARIABILITE GENETIQUE 19
Variation anatomique dentaire métrique 19
Variation anatomique non métrique 20
IDENTIFICATION 22
Détermination du sexe 22
détermination de l'âge 26
identification d'un individu 28

DANS L'HISTOIRE DU PEUPLEMENT D'UNE REGION 29

CONCLUSION 32

3°/ MESURES BIOMETRIQUES DENTAIRES : ECHANTILLON DE DENTS EXTRAITES (COLLECTION CONTEMPORAINE) 34

INTRODUCTION : 34
MATERIEL ET METHODE 34
MATERIEL 34
échantillons de dents 34
Matériel utilisé dans le recueil des données 36
Logiciel : 38
METHODE 38
PAR MESURE DIRECTE (PIED A COULISSE) 39
MESURES NUMERIQUES (EMPREINTE OPTIQUE) 45

PLAN D'ANALYSE STATISTIQUE 47

RESULTATS 48

RESULTATS DESCRIPTIFS 48

tableaux descriptifs *48*
Graphiques descriptifs : Comparaison des deux méthodes *50*
ANALYSE DES ACCORDS INTRA ET INTER OPERATEURS 51
Comparaison des deux opérateurs par le test de Mann Whitney *51*
Concordance inter operateur par la méthode de Bland-Altman *52*
Concordance intra operateur entre j0 et j8 par la methode de Bland Altman *53*
Comparaison des méthodes entre j0 et j8 : test de Friedman *53*
DISCUSSION **55**
CONCLUSION **57**
ANNEXE **58**
BIBLIOGRAPHIE ..... **I**

AVANT-PROPOS :

La dent constitue l'héritage biologique que les hommes portent en eux. L'étude des ensembles archéologiques a un rôle fondamental, car elle fournit un matériel qui contribue, par la nature même de ses vestiges, à la connaissance des rythmes biologiques des populations et leurs développements. Elle est réalisée de façon méthodique et rigoureuse.

L'archéologue recueille des données de base sur l'histoire, la géomorphologie, la géologie, la biologie, l'architecture, l'ethnologie. Une exploration par échantillonnage permet d'apprécier l'existence et l'état d'un site archéologique, ainsi que la succession des occupations qui y sont indiquées en stratigraphie. Cette destruction limitée des sols, permet d'objectiver la présence d'un site d'intérêt. La fouille démarre avec un objectif précis, celui de constituer un fond de documentation unique, accessible à tout chercheur. Afin de préciser le cadre chrono-culturel, l'archéologue procède à une véritable analyse des informations par une destruction sélective et intelligente. Les artefacts découverts sont répertoriés scrupuleusement avec inscrits les numéros de la zone et de l'unité stratigraphique d'où provient le matériel.

Au laboratoire l'archéologue analyse, nettoie, inventorie les matériaux issus de la fouille. Il dresse les plans, les photos, catalogue les objets et enfin, il complète les notes de terrain.

Ce travail constitue le cœur de la recherche archéologique. Il fait intervenir différents spécialistes afin d'analyser les matières animales et végétales : graines, os, coquillages, pollens, bois, etc… Ceci permettant de reconstituer le cadre environnemental et les modes de vie des populations étudiées. Certains objets identifiés sur le terrain ou pendant l'analyse du matériel de fouille vont parfois séjourner dans un atelier de restauration. Un constat d'état est rédigé, qui permet d'en noter la structure et d'identifier ses altérations, pour ensuite être restauré. Les analyses réalisées par le restaurateur sur des objets dont l'étude était impossible du fait de leur état, complètent la documentation archéologique.

Les caractéristiques technologiques, économiques, culturelles et chronologiques du site sont consignées dans un rapport de fouilles. Une évaluation de l'intérêt du site et certaines recommandations concernant sa valeur et sa conservation sont faites. Toutes ces données sont diffusées dans la communauté scientifique.

La réorientation des outils anthropologiques dans une perspective archéologique, offre un champ d'étude prometteur pour documenter et faire progresser l'état actuel des connaissances (détermination du type ethnique, du sexe, de l'âge, de la profession, des habitudes quotidiennes et des particularités culturelles). Combler les lacunes entre les faits biologiques et culturels a des retombés majeurs pour la médecine légale.

INTRODUCTION

L'étude de la variabilité génétique et morphologique dentaire permet de répondre à des questions sur l'évolution humaine qui sont fondamentales pour l'anthropologie. Les outils méthodologiques et d'analyse de cette science (mesures, enquêtes de terrain, analyses d'images, d'archives, etc.) permettent de reconstruire notre passé pour mieux comprendre notre présent. L'intrication du biologique et du culturel dans cet objet « dent » en fait un marqueur diachronique et synchronique, révélateur du métissage à l'origine de la diversité des populations actuelles. Cette variété se manifeste d'un point de vue génétique que l'on ne peut percevoir et physique : l'apparence physique, la voix, la morphologie dentaire … L'étude de cette pluralité au travers de la biométrie dentaire a des retombées majeures pour l'anthropologie du vivant, funéraire, la médecine et la science fondamentale.

Le chirurgien-dentiste profite des dernières avancées technologiques en imagerie et en machine-outil dans l'intention de réaliser des dispositifs médicaux toujours plus précis garantissants une bio-intégration et une pérennité côtoyant le bio mimétisme.
La caméra optique et la CFAO (conception fabrication assistées par ordinateur) ont révolutionné la pratique de l'art dentaire et deviendront omniprésentes dans le futur.
La constitution de bases de données d'arcade dentaire couplée à l'information du dossier médical du patient, font de la caméra optique un outil pour enregistrer la diversité morphologique dentaire au sein des populations.
Dans le cadre de notre thèse nous verrons :
Comment se manifeste la variabilité génétique au niveau populationnel ?

Quel est le rôle de la morphologie dentaire dans l'expression de la variabilité génétique ? Quelle place tient la morphologie dentaire dans l'histoire du peuplement d'une région ? Nous allons ensuite réaliser des mesures biométriques dentaires sur un échantillon de dent contemporain issu de la faculté d'odontologie de Marseille, afin de démontrer qu'il n'existe pas de différence significative entre les mesures réalisées avec une caméra optique et un pied à coulisse (standard en anthropologie et médecine légale). Nous conclurons sur ses avantages et ses perspectives.

1°/ LIENS ENTRE VARIABILITES GENETIQUES ET DIVERSITES POPULATIONNELLES

DIVERSITE CULTURELLE

La culture est une programmation mentale collective propre à un groupe d'individus. Elle comprend l'ensemble de l'acquisition des connaissances d'un groupe en rapport avec son environnement, elle est transmise par des croyances, des institutions et des normes (BOËTSCH & al., 04 janvier 2022). Elle permet à l'homme l'exploitation des ressources de son territoire. Cette reconfiguration écologique s'accompagne d'innovations technologiques engendrant une multitude de cultures et une diversité d'organisations socio-économiques.
La diversité culturelle réside dans la reconnaissance de l'autre et la quête des moyens nécessaires pour un vivre ensemble harmonieux. Ceci a pour conséquence la cohésion d'une population qui garantit un effet stabilisateur des flux génétiques. Décrire l'influence de la diversité culturelle sur la génétique d'une population, est équivalent à étudier l'histoire démographique.

DYNAMIQUE EVOLUTIVE DES POPULATIONS

L'évolution biologique est caractérisée par l'ensemble des processus dynamiques des changements génétiques (Mayr, 1942).
Ernst Mayr fut le premier en 1942 à décrire ces effets sur les populations en théorisant l'effet fondateur et la dérive génique.
L'effet fondateur est défini comme l'ensemble des conséquences génétiques et phénotypiques de la fondation d'une nouvelle population par un nombre limité de fondateurs et de son expansion dans les générations suivantes. Il est un mécanisme important en génétique des populations et en génétique humaine parce qu'il façonne les patrons de diversités génétiques et peut ainsi affecter la diversité phénotypique des populations et des individus.

La dérive génique correspond à la variation des fréquences alléliques d'une génération à une autre. Selon Mayr la grande variation dans les séquences alléliques due au hasard de la transmission des gamètes parentaux (Wright, 1931), provoquerait une évolution rapide des

populations isolées d'autant plus celles-ci seraient petites. Dans une population de taille finie, la dérive génétique cause des changements aléatoires dans la composition génétique d'une génération à l'autre. Par la suite la redistribution de la diversité génétique d'une génération à l'autre n'exclut pas que la sélection naturelle puisse entrer en jeu, notamment lors de la sélection des fondateurs, de leur migration et de leur adaptation au nouvel environnement (Provine, 2004). Ainsi, ce sont les changements génétiques qui ont lieu dans la nouvelle population qui seront qualifiés d'adaptatifs s'ils sont causés par la sélection et de non-adaptatifs ou neutres, s'ils dépendent de l'histoire démographique.

(Cavalli-Sforza L, 1994) Cavalli-Sforza montre dans son étude que les caractéristiques qui définissent une population, c'est à dire la distribution géographique, la démographie, l'histoire, les données archéologiques, la langue et les religions, sont des critères corrélés à la différenciation génétique des populations sans être généralisables.

Selon Charles J. Lumsden et Edward O. Wilson (O.Wilson, 1981) une coévolution des gènes et de la culture peut être décomposée en culture gène, c'est-à-dire en petites « unités » de culture. Un comportement culturel peut favoriser une évolution génétique via la stabilisation de certains gènes qui donnent un avantage adaptatif dans le groupe où ce comportement culturel est observé.

LA SELECTION CULTURELLE

La sélection culturelle existe lorsque des facteurs culturels ou sociaux entraînent des différences de reproduction entre deux individus et que ces facteurs sont transmis aux générations suivantes (O.Wilson, 1981). En effet, une population structurée où les individus établis (« cœur » de la population) se reproduisent davantage dans la population que les individus qui arrivent dans la population (« frange » de la population) (E H. , 1995). Ce phénomène perdurant au cours des générations donne naissance aux enfants utiles selon Heyer, caractérisés par un fort succès reproducteur.

Des raisons socio-économiques comme un accès aux ressources et le rang social dans une population, sont des facteurs culturels transmissibles qui expliquent ces différences de succès reproducteur. La variabilité génétique peut créer un allèle avantageux, mais la culture va faciliter ou pas sa transmission dans les générations suivantes.

L'INFLUENCE CULTURELLE SUR LE POOL GENETIQUE D'UNE POPULATION

LES ECHANGES MATRIMONIAUX

La nature des échanges matrimoniaux est intrinsèquement liée à la culture (Pietro., 1985). En effet, les coutumes matrimoniales ont un retentissement sur l'enrichissement et l'appauvrissement du patrimoine génétique. La généalogie nous informe sur les caractéristiques des couples formés (BOËTSCH & al., 04 janvier 2022):

- sont-t-il fondés sur la base d'une ouverture aux autres ou non ?
- le choix du compagnon obéit-il à des règles précises ?
- quelle sont les limites dans ce choix ?
- existe-t-il des mariages sélectifs fondés sur le degré d'apparentement entre époux ?
- observe-t-on l'édification de cycles d'alliance ?

Le plus important est de savoir si ces règles de mariage préférentielles sont effectivement appliquées ou si elles restent « théoriques » car cela aura un retentissement sur la structure génétique du groupe.

LA FECONDITE

La culture a un effet direct sur la fécondité. La taille des fratries varie en fonction des cultures. La taille de la fratrie d'un individu peut être reliée à la taille de fratrie de son conjoint. Une corrélation entre les tailles de fratrie des conjoints a ainsi été mise en évidence dans diverses populations : dans le village d'Arthez d'Asson en France (Bocquet-Appel, 1993) par exemple.

La transmission du succès reproducteur est le facteur déterminant, il fait intervenir des facteurs socio-culturels et génétiques. Les corrélations entre la taille de la fratrie d'un individu

et son nombre d'enfants, la variance du nombre d'enfants, l'effectif efficace de la population permettent d'apprécier les changements de fréquences géniques potentielles de la population au cours des générations, car ils influent sur la vitesse de modification des fréquences géniques à la génération suivante (processus de dérive génique).

LA TAILLE DE LA POPULATION

La diversité culturelle a un effet majeur selon la taille de la population. En effet, sur une petite population la loi des grands nombres ne fonctionne pas. L'effet d'échantillonnage introduit une variation aléatoire de la fréquence des gènes au fil des générations (THOMPSON, 1978); (Watterson, 1984); (Maruyama, 1985); (Allendorf, 1986); (Tajima, 1989); (Luikart, 1998); (Marth, 2004). Le succès reproducteur prend un poids génétique considérable au détriment d'autres dont les gènes disparaissent plus ou moins rapidement au fil des générations.

LA MORTALITE

La mortalité générale s'envisage en relation avec la natalité pour mesurer le taux d'accroissement de la population. La Mortalité infantile et juvénile ont un impact important du point de vue génétique notamment, puisqu'elles opèrent une ponction sur le nombre d'enfants parvenant à l'âge adulte susceptibles de constituer la génération suivante.

Les inégalités sociales en termes de revenu, d'éducation, d'accès aux services de santé, de résidence ou d'environnement, conduisent aux différences de comportements influençant la mortalité, (Caldwell, 1979) (Gwatkin, 2000).

Les politiques sociales et de prévention permettent de réguler la mortalité à l'échelle d'une population grâce à des actions au niveau des individus (scolarisation, soin…), des familles (ressources, aide au logement, …) ou des communautés (environnement, offre de services, …)

DISTANCE GENETIQUE ET DIVERSITE CULTURELLE

L'Analyse en Composantes Principales est un outil d'analyse de données génétiques. Cette méthode statistique consiste à modifier un ensemble de variables possiblement corrélées en un nouvel ensemble de variables orthogonales non corrélées. Elle est utilisée pour son aptitude à retrouver la structure génétique, et donne la possibilité de ne garder qu'un nombre réduit de variables tout en résumant l'essentiel de la variation génétique.

Novembre et al. (Novembre, 2008) ont découvert que ces axes de variation génétique pouvaient être interprétés en termes d'axes géographiques. Sur un échantillon d'individus européens, on observe en effet que la projection des individus sur les deux premiers axes de l'ACP reproduit l'organisation géographique des différentes populations (fig : 1).

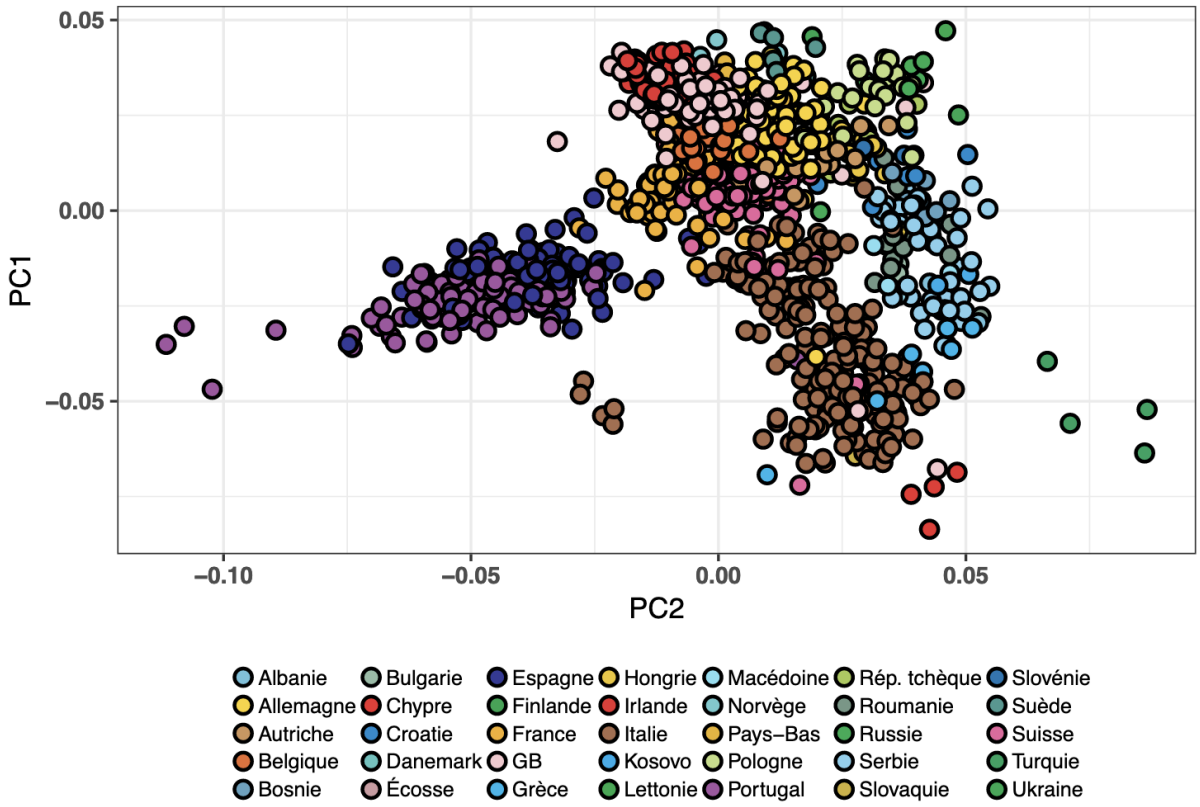


FIGURE 1 ACP SUR POPULATION EUROPEENNE (NOVEMBRE . AL 2008)

DIVERSITE PHYSIQUE (APPARENCE, VOIX, MORPHOLOGIE DENTAIRE)

L'apparence physique est au cœur des relations humaines. Elle est le premier support de la communication non verbale. L'homme en tant qu'unité bio-culturelle est la matière première de la société à qui il appartient, travaillé et façonné : apparence, voix et morphologie dentaire… L'homme devient un objet d'art dans le but de promouvoir sa capacité à se reproduire.

LA SELECTION NATURELLE DE CHARLES DARWIN

Le naturaliste anglais Charles Darwin publie en 1859 « L'origine des espèces » et propose sa théorie de l'évolution qui révolutionne la biologie moderne (Darwin C. , 1859). Plus tard La théorie de la sélection sexuelle (Darwin C. , 1871), qui, par la perception de la beauté et de l'attraction sexuelle jouerait un rôle dans l'évolution de l'espèce, par son impact sur le choix de l'union avec un futur partenaire. En effet, en parallèle de la lutte pour la survie, les espèces ont développé des caractères secondaires dans la compétition pour la reproduction. Ces caractères, souvent présents chez les mâles, sont à l'origine du dimorphisme sexuel au sein d'une espèce. Ils ne présentent pas nécessairement d'avantage adaptatif et peuvent même présenter des handicaps au regard de la survie. La queue du paon ou la ramure du cerf sont des attributs favorables pour la compétition à la reproduction, mais défavorables à la survie lorsqu'il s'agit de fuir en pleine forêt (Darwin C. , 1871). Darwin appliqua la sélection sexuelle à l'homme et déclara que « la sélection sexuelle a été l'agent le plus puissant dans la transformation des races humaines » (Darwin C. , 1871).

L'APPARENCE

L'INFLUENCE CULTURELLE SUR LES VISAGES ET LES DENTS

Les cultures traditionnelles se sont initiées à modeler le corps humain et plus particulièrement la sphère oro-faciale comme objet d'art. Ces modifications buccodentaires qui revêtent des aspects très variés, affirment une sensibilité esthétique propre à chaque culture. Il est cependant possible de retrouver des pratiques similaires dans des régions ou à des périodes très éloignées les unes des autres.

Les mutilations buccodentaires intentionnelles se réalisent fréquemment dans un contexte cérémoniel, lors de rites témoignant du changement d'état ou de statut d'un individu : puberté, mariage...

Par ces marquages, l'Homme manifeste aussi son appartenance à un peuple, une ethnie, une terre. Cela devient une authentique carte d'identité communautaire lui permettant d'exister et de s'intégrer.

De nombreuse études ont été réalisées, celles dont le caractère intentionnel était avéré ont été étudiées et classifiées très tôt (E M. , 1885), (D.F.R., 1940,) (S., 1948) (FASTLICHT, 1971).

Une classification non exhaustive nous permet d'apercevoir la multitude des effets culturels sur les visages :

Mutilations DENTAIRES :

- Mutilations dentaires SOUSTRACTIVES :

- Par modification de la forme et de la surface dentaire :

Le limage et l'affilage dentaire symboliquement représentent le passage à l'âge adulte de l'enfant et le nombre de dents taillées symbolise son courage. Pour les hommes et les femmes c'est un signe de beauté et d'attirance sexuelle. On la retrouve dans de nombreuses cultures en Afrique chez les Bambaras, les Mandjaques et les Bassaris du Sénégal (GAYE F., 1995), chez les Pygmées (THOMAS J.M.C., 2004) (fig : 2), chez les Lobis et les Mossis du Burkina Faso.

Mais aussi dans des cultures très éloignées, les populations précolombiennes ((M.H, 1913), (M., 1924), (H.R., 1969), (CADOT S., 1990), également en Extrême Orient au Japon et de nos jours à Bali, en Indonésie (fig : 3).

FIGURE 2 DENTS TAILLEES CHEZ UN JEUNE PYGMÉ DU NORD-OUEST DU CONGO-BRAZZAVILLE EN 2007 (MOLLOUMBA F, 2008)

FIGURE 3 JEUNE FEMME MENTAWAI (INDONESIE) AUX INCISIVES SUPERIEURES ET INFERIEURES TAILLEES EN POINTE (MADEMOISELLETITAM, 2014)

- Par avulsion : le diastème inter-incisif artificiel dans les populations africaines (fig : 7).

Attribut très recherché pour les Massais du Kenya les Mumuilas d'Angola. Elle est pratiquée aussi bien par les hommes que par les femmes et représente un rituel pour quitter l'enfance (A., 1988). C'est un critère esthétique pour 44% d'un échantillon de la population urbaine (GAYE F., 1995). Cette pratique se retrouve elle aussi dans des cultures très éloignées chez les aborigènes d'Australie et les anciens mong du Vietnam.

FIGURE 4 FEMME MUMUILA (ANGOLA) AUX INCISIVES CENTRALES SUPERIEURES AVULSEES (RURUKINA, 2009)

• Mutilations dentaires ADDITIVES :

- Par modification de la couleur :

L'« Ohaguro » chez les femmes du vieux Japon (fig :6) . Ancienne coutume traditionnelle de coloration dentaire, optée au Japon du III° siècle au XIX° siècle après J.C. (V, 2003), (LABAJO GONZALES E., 2007). L'« Ohaguro » était le canon de beauté de l'époque, en laquant les dents en noir, la blancheur de la peau ressortait, accentuée par la noirceur des cheveux.

FIGURE 5 GEISHA DE KYOTO AUX DENTS NOIRCIES (BROWN, 2015)

- Par incrustation : les incrustations dentaires mayas (fig : 6).

Réalisation d'onlay avec des pierres précieuses de différentes couleurs principalement sur les incisives maxillaires. Réalisées autant chez les hommes que les femmes, elles jouaient un rôle esthétique et religieux. (FASTLICHT, 1971)

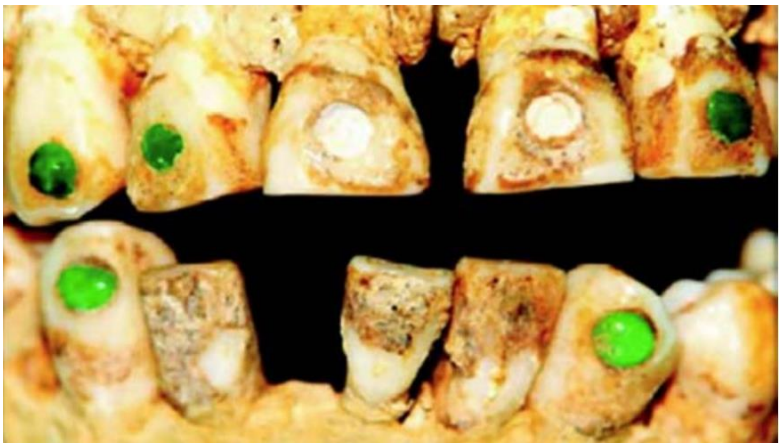


FIGURE 6 INCISIVES MAXILLAIRE ET MANDIBULAIRE, DATANT DE 204 AVANT J.C., PROVIENT DE TEOTIHUACAN, MEXICO. PRESENTANT DES INCRUSTATIONS DENTAIRES EN JADE (DUFOO O.S., 2010)

- Par recouvrement métallique (fig :7) : le recouvrement dentaire en or traditionnel sur le continent Africain.

FIGURE 7 FEMME GAMBIENNE AFFICHANT UNE COURONNE EN OR SUR 12 (STAFFORD 2007)

> Les couronnes, les coiffes de recouvrement partiel ou les anneaux inter-dentaires initialement, l'attribut distinctif du pèlerin revenant de la Mecque, il est devenu progressivement un critère esthétique et symbole de richesse. (H., 2006)

- Mutilations dentaires par modification de la POSITION : la proalvéolie artificielle des incisives supérieures en Afrique.

Localisée aux cultures de la rive droite du Sénégal et réalisée exclusivement chez les femmes, avec pour but d'embellir le profil. (L., 1972)

LA VOIX

La voix transforme autant qu'elle façonne. Les anthropologues ont longtemps considéré le langage comme un simple moyen de communiquer des valeurs culturelles mais chaque culture, aussi sophistiquée soit-elle, exprime un déterminisme bio-psycho-social à travers la voix. Nous l'utilisons pour repérer similitudes et différences, pour indiquer la place que nous nous accordons (ou que d'autres nous accordent) dans la hiérarchie sociale.

LE DIMORPHISME SEXUELLE DE LA VOIX

Darwin (1890) se pose des questions sur le rôle de la voix humaine en comparaison aux vocalisations animales.
En effet les vocalisations peuvent servir à donner des signes d'hostilité et d'agression, mais participer aussi à la reproduction.

(Ohala, 1983) propose la théorie du « frequency-code hypothesis **»**. Sa théorie suggère que l'utilisation de la hauteur vocale de l'espèce humaine par un Homme dans un environnement qui lui est étranger qu'il nomme les « *sons-sens* », présente des similitudes à celles observées chez l'espèce animale. Les sons et la gestuelle utilisés par l'Homme dans cet environnement lui permettent de se faire comprendre. En effet, d'après lui certaines de ces associations sont communes au niveau translinguistique par l'intonation ou la communication de l'affect. Cette capacité serait « innée » en raison de son incidence à travers les diverses langues du monde.

De plus (Ohala, 1983) remarque le dimorphisme sexuel de la voix humaine. En relevant les différences anatomiques liées à la taille du larynx entre les hommes et les femmes (15 à 20% supérieure chez l'homme) qui se produisent lors de la puberté. Il en retient que le développement d'une voix grave chez les hommes a évolué pour renforcer l'impression de dominance et d'agression dans un contexte de compétition pour la reproduction. Ainsi,

(Ohala, 1983) est le premier à établir le rôle fonctionnel du dimorphisme vocal en évoquant directement le rôle de la sélection sexuelle.

Le rôle de la voix humaine et la compréhension du dimorphisme vocal va évoluer dans les années 2000 avec Collins (A, 2000) lorsqu'il évoque l'idée d'un possible effet du choix du partenaire comme force évolutive majeure dans le façonnement des préférences vocales. Plus tard, Puts, Gaulin & Verdolini (Puts, 2006) donnent l'idée selon laquelle la voix masculine aurait évolué vers les graves via la compétition intrasexuelle.

Les préférences vocales des femmes semblent relativement consensuelles concernant la hauteur vocale des hommes. En effet, quasi-toutes les études corrélationnelles et expérimentales montrent que les femmes préfèrent des voix relativement graves. (Bruckert L, 2006)

LIEN ENTRE DIVERSITE GENETIQUE ET LINGUISTIQUE

Comme nous l'avons vu avec (O.Wilson, 1981) et la notion de culture gène, les emprunts de langage peuvent être équivalents aux échanges de gènes entre populations. Leur importance respective n'est probablement pas comparable, mais des chercheurs s'appuyant sur ce constat ont tenté de démontrer un lien entre diversité génétique et linguistique. Un arbre génétique des langues a été proposé par (Cavalli-Sforza, 1988) (fig : 8), une estimation de distance génétique entre 42 populations sur tous les continents a été réalisée. Tous les polymorphismes enregistrés sont utilisés et grâce à un logiciel numérique taxonomie, un arbre génétique est créé, en accord avec les premières conclusions tirées de l'ADN mitochondrial par (Cann (R.L.), 1987) . Il en découle une première dichotomie entre population africaine et reste du monde confortant la théorie de l'Ève africain. Il apparait aussi un parallélisme entre groupe génétique et groupe linguistique à partir de la classification de Ruhlen (Ruhlen, 1987)

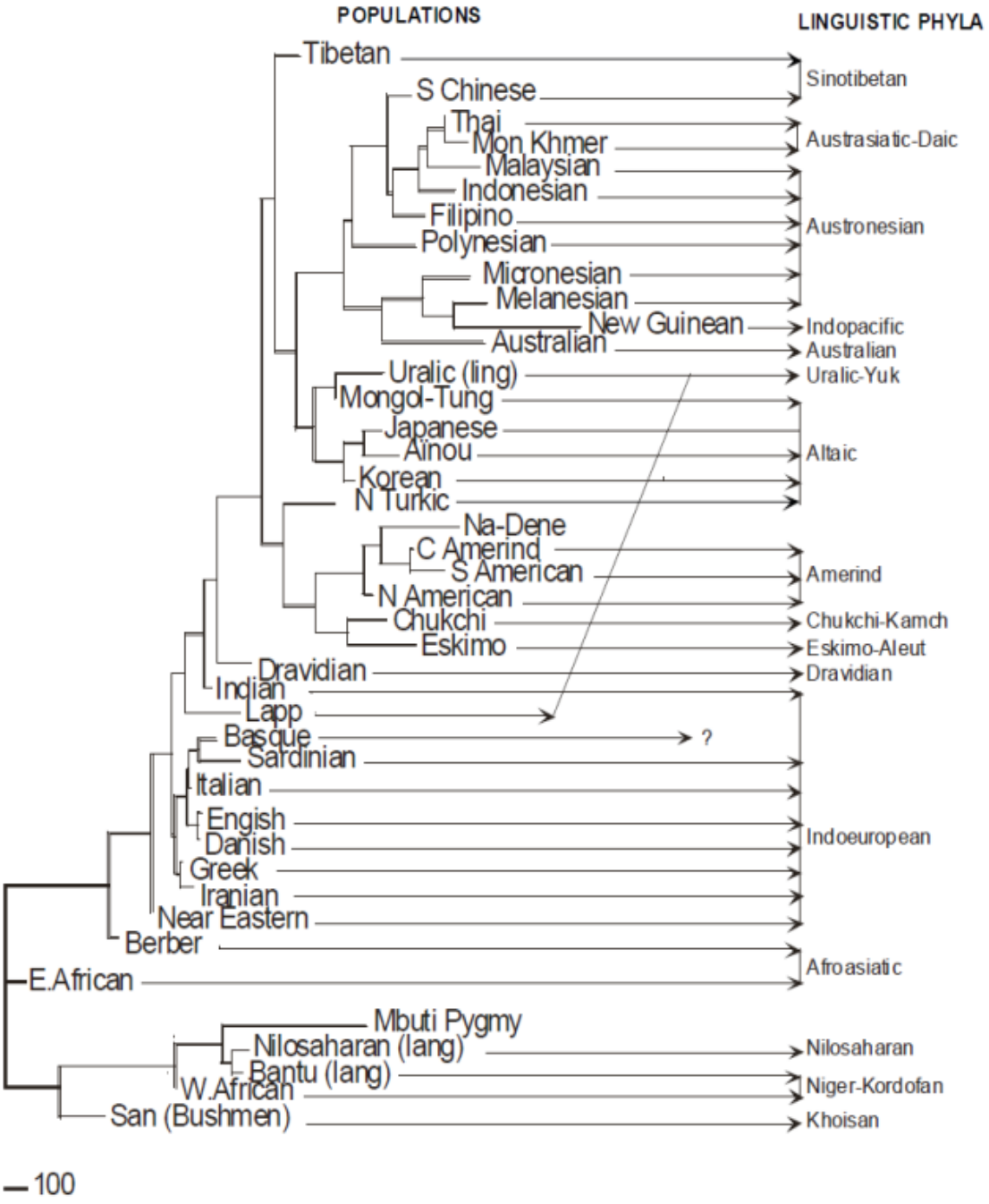


FIGURE 8 CORRESPONDANCE ENTRE L'ARBRE PHYLOGENETIQUE DES POPULATIONS HUMAINES, CONSTRUIT SUR LA BASE DE FREQUENCES GENIQUES, ET L'APPARTENANCE LINGUISTIQUE DANS LA CLASSIFICATION DE RUHLEN (1987) PROPOSE PAR CAVALLI SFORZA

De nombreux auteurs ont remis en question cette approche (fig :8). (O'Grady (R.T.), 1989) (Laks, Le comparatisme : de la généalogie à la génétique, 2002), (Forster (P.), 2006); (Szulmajster-Celnikier, 2006).

Leurs critiques portent essentiellement sur :

- une forte proportion de donnée manquante
-une taille restreinte de certains échantillons
- un problème de représentation des familles linguistiques

Cela a pour conséquence de ne montrer que des coïncidences de coévolution gène /langage.

Les études réalisées par (Sokal (R.R.), 1988) sur les populations européennes, en Asie et au pacifique par (Lum (J.K.), 1998) et en Afrique par (Wood (E.T.), 2005) montrent des résultats excessivement limités pour parler de congruence entre les données génétiques et linguistiques.

LA MORPHOLOGIE DENTAIRE

Plusieurs études ont remarqué que la taille des dents était variable selon les populations. En l'occurrence les populations blanches sont caractérisées par une microdontie, les populations noires et jaunes par une mésodontie et les populations indiennes d'Amérique et australiennes par une mégadontie (P., 1967) (MARQUER P. 1967). Mais en 1998 Schnutenhaus et Rösing (Alt, 1998) sur une étude de 160 populations différentes en concluent que : « Les mesures des dents ne conviennent pas pour classer les populations modernes » même s'il est notable que les populations d'Océanie possèdent les plus grosses dents.

La morphologie dentaire dans les différentes populations a des phénotypes pertinents observés selon les peuples. La pléthore d'études sur les caractères bucco-dentaires (Scott G.R, 1997) (Duranteau, 2007) (Toullec, 2011)…, ne dénombre pas beaucoup de variations bucco-dentaires distinctives. On peut néanmoins en signaler certaines qui sont remarquables pour certains peuples par rapport aux autres.

Incisives :

Avec 14 % la forme en pelle n'a pas une présence significative dans la majorité des peuples d'Eurasie, cependant dans les peuples ouraliens, elle est présente pour entre 47 et 54% environ et jusqu'à 60%, chez les Mongols originaires de la région de l'Altai et 80% chez les Sino-tibétains Cette caractéristique est d'ailleurs considérée comme un trait dit typiquement « mongoloïde » (Carbonell, 1963). La forme en double-pelle concerne 26% de ces populations, alors qu'elle ne dépasse pas les 5% dans d'autre population.

L'incisive alaire est présente dans 28% des cas, tandis qu'elle est retrouvée dans 50% des Indiens nord- et du Sud-Américain.

En Afrique l'incisive alaire représente 13% des cas, la forme pelle 12% et talon 13%, par contre le diastème inter incisives est très fréquent.

La canine :

Les variations des canines n'ont pas de récurrences significatives, sauf en Afrique où la « canine Bushmen » décrite par (Morris, 2003) avec un large tuberculum dentale fusionnant avec une crête mésiale palatine est présente dans 25 % de la population concernée.

Les prémolaires :

L'odontome (tubercule occlusal) est retrouvé chez les Indiens Nord-Américains environ 7 % quand dans la population mondiale elle ne dépasse pas les 2%.

Les molaires :

L’absence de cuspide disto-palatine sur la deuxième molaire maxillaire d'individus eurasiatiques est la plus fréquente, en comparaison avec les peuples d’Amérique ou d’Arctique où elle est présente dans 30% des cas.

La présence du tubercule de Carabelli est une caractéristique significative. Les études montrent que les populations les plus concernées sont les populations d'Afrique (plus de 30%), puis celles de la région Indienne et de l'ouest de l'Europe avoisinant toutes deux les 22 % de présence.

La présence d'une cinquième cuspide se retrouve dans les populations nordiques (environ 27%). Chez les populations d'Afrique de l'Ouest et la population aborigène d'Australie ce trait caractéristique est présent à 60%.

L'absence de cuspide disto-vestibulaire a été étudiée sur la première et deuxième molaire inférieure. Sa fréquence est de 9% chez les australoïde sur la première molaire et 63% sur la deuxième molaire, elle est un caractère assez commun dans les peuples asiatiques présents dans 46 % des cas. Tandis qu’en Afrique la présence d’une cuspide disto-vestibulaire est commune avec une fréquence de 45%.

- une sixième cuspide sur la première molaire mandibulaire est retrouvée en moyenne chez 26,5 % des individus des peuples sino-américains, mais pour certaines peuplades, ce caractère explose, les habitants du nord de la Sibérie, de l’Amérique dans sa partie arctique, du nord, du nord-ouest et du sud elle dépasse les 50%. On trouve aussi une sixième cuspide avec une fréquence de 52 % concernant l'Australie.

2°/ ROLE DE L'ETUDE DE LA MORPHOLOGIE DENTAIRE

Les dents sont des marqueurs diachroniques et synchroniques. Elles sont l'héritage biologique que les humains portent en eux, elles conservent les traces du mode alimentaire et nous informent des conditions écologiques.

L'analyse de sa micro-structure, des paramètres métriques et non métriques permettent de caractériser les humains au sein d'une population et à travers les âges. D'un point de vue évolutif, leurs observabilités dans les populations existantes ainsi que leurs disponibilités dans les archives archéologiques et fossiles leurs confèrent une position presque unique dont les retombées sont majeures dans le domaine de la science du vivant, dans le funéraire et la médecine légale.

DANS L'EXPRESSION DE LA VARIABILITE GENETIQUE

Les dents présentent une variabilité morphométrique remarquable chez les homininés. Les dimensions des dents et leur morphologie figurent parmi les critères les plus importants de la diagnose des fossiles d'homininés (Schwartz, 2005).

VARIATION ANATOMIQUE DENTAIRE MÉTRIQUE

L'INFLUENCE GENETIQUE

Les dimensions des couronnes dentaires sont influencées par des facteurs génétiques, ontogénétiques et environnementaux. Mais selon Dempsey et Townsend 2001 (Dempsey, 2001), il existe une prépondérance des gènes. L'héritabilité des dimensions dentaires est relativement forte et varie en fonction des dents (Dempsey, 2001). Les deux mesures classiquement étudiées sont le diamètre mésio distal et vestibulo-lingual, en effet Alvesalo et Tigerstedt (Alvesalo, 1974) montrent l'influence des gènes grâce à des études sur les différences inter populationnelles, les relations familiales et l'héritabilité. Il en ressort que le diamètre vestibulo-lingual est moins influencé par l'environnement et possède une composante d'héritabilité plus forte que le diamètre mésio-distal, suggérant un contrôle génétique diffèrent pour chacune des dimensions. Une connexion génétique est mise en évidence entre les diamètres externes mésio-distaux et vestibulo-linguaux d'une même

couronne, environ 20 % de la variation du diamètre vestibulo-lingual résulte des gènes qui influencent la longueur crânio-caudale, alors que la variation du diamètre mésio-distal n'est pas liée (Hlusko L.J., 2006). Ceci pourrait expliquer l'héritabilité plus forte du diamètre vestibulo-lingual par rapport au diamètre mésio-distal.

VARIATION ANATOMIQUE NON METRIQUE

La morphologie des dents varie de façon remarquable chez les homininés et les différents groupes et populations d'Hommes modernes. Les variations phénotypiques dentaires non pathologiques sont appelées variations anatomiques non métriques (Berry, 1967). Elles sont caractérisées par l'absence ou la présence du caractère. Le déterminisme génétique des traits dentaires semble plus fort que celui des caractères osseux (Scott G.R, 1997) . Il en découle qu'ils sont fortement utilisés pour l'étude des origines de l'Homme et son évolution.

Les variations mineures sont les plus fréquentes au sein et entre les populations ; plus un grand nombre de ces caractères sont partagés plus elles sont considérées comme apparentées.

6 catégories sont utilisées pour décrire les principaux traits dentaires

- Nombre de cuspides principales
- Cuspide surnumeraire
- Les dérivés du cingulum
- Complexe de crête marginale
- Le complexe surnuméraire
- La ligne d'émail cervical surnumeraire

SYSTEME ASUDAS (FIG :9)

Le laboratoire d'anthropologie dentaire de l'université d'Arizona a mis en place un système de scoring ordinal par observation visuelle et comparaison des caractères discrets. Plus d'une centaine de variations anatomiques non métriques dentaires sont décrites (K., 1966) (Scott G.R, 1997); (Desideri J. . In : Besse M., 2003). Une trentaine d'entre elles font l'objet d'une représentation en moulage des différents stades ASUDAS, (Turner C.G., 1991).

L'objectif est de permettre l'observation des caractères au-delà de la simple dichotomie absence/présence du trait et de promouvoir la reproductibilité des résultats entre observateurs afin de standardiser les caractères discrets dentaires.

FIGURE 9 PLAQUE EN PLATRE ASUDAS DENTAL ANTHROPOLOGIE ASSOCIATION

L'expression de ces variabilités génétiques nous renseigne sur

- Les affinités entre les populations (différences régionales et/ou continentales) et l'histoire des peuplements (Pal, 2013); (Hubbard A.R., 2015)
- La structuration sociale des populations à travers l'analyse des espaces funéraires
- Les liens de parenté sociale (Paul, 2015)
- Lien entre frère et sœur grâce aux variations anatomiques des molaires déciduales (Paul, 2015))

Certaines limites sont mises en évidence dans l'utilisation des plaques ASUDAS, laissant supposer qu'elles ne représentent pas nécessairement un gradient objectif d'expression des caractéristiques dentaires non métriques. Des références visuelles et l'habitude de l'observateur, comprennent une part inévitable de subjectivité. L'utilisation d'une caméra optique dont la fiabilité et la reproductibilité des mesures numériques pourrait améliorer et compléter la méthode ASUDAS (Carayon, 2019).

IDENTIFICATION

« Identifier une personne c'est la reconnaître, c'est-à-dire, acquérir la certitude de l'identité de cette personne par la comparaison d'indices recueillis sur elle avec des renseignements acquis antérieurement » [(M. P. , 1972)]

L'identification permet la reconnaissance légale d'une personne et revêt une importance à la fois morale, légale, psychosociale et éthique. Les récentes évolutions de l'imagerie numérique tridimensionnelle en odontologie, grâce au développement de la radiographie cone beam et des caméras optiques intra-orales, ont changé la documentation disponible au sein des cabinets dentaires. Les odontologistes médico-légaux profitent pleinement de cet essor en facilitant la constitution des dossiers ante-mortem et post-mortem, pour la mise en évidence de critères d'identification comparative et estimative.

DETERMINATION DU SEXE

Nous avons vu l'impact des facteurs génétiques et ontogénique sur la morphométrie dentaire. En effet, les études odontométriques montrent qu'il existe un dimorphisme sexuel. Les dents masculines sont dans l'ensemble plus grandes que celles des femmes, particulièrement la canine mandibulaire dont le diamètre vestibulo-linguale est supérieur. L'incisive centrale supérieure est plus large que la canine chez la femme alors que chez l'homme, elles sont égales dans toutes les populations (Verhoeven, 1979).

De nombreux chercheurs ont créé des méthodes odontométriques basées sur le diamètre mésio-distal et vestibulo-lingual pour la diagnose sexuelle.

LA MÉTHODE DE FRONTY (1978)

Cette méthode utilise la biométrie dentaire afin de calculer la robustesse des incisives et des canines mandibulaires. En effet, l'étude suggère que le dimorphisme sexuel se traduit par une canine volumineuse et une incisive latérale plus petite chez l'homme. Inversement chez la femme. Cette méthode a permis de classer correctement 84/100 des sujets.
R= dia MD (mm) x dia VL (mm)

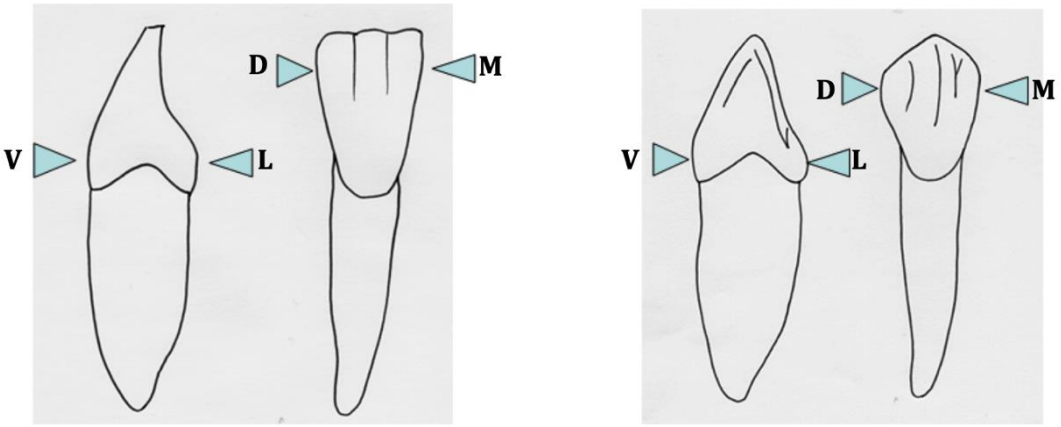


FIGURE 10 LIGNE DE PLUS GRAND CONTOUR DES DIAMETRES MESIO-DISTAUX ET VESTIBULO-LINGUAUX DES CANINES ET INCISIVES LATERALES MANDIBULAIRE (THOMAS, S.D.)

LA MÉTHODE DE BEQUAIN (1985)

Elle correspond au calcul du module radiculaire. Les diamètres mesio-distaux et vestibulo-linguaux pris au collet des dents du goupe insivo-canin supérieur ainsi que leur longueur radiculaire.

La corrélation des deux variables réalise un graphique de probabilité de détermination du sexe.

LA MÉTHODE DE RAO ET COLL. (1988)

Les deux caractères utilisés dans cette étude sont le diamètre mésio-distal de la canine mandibulaire et l'autre dento-osseux, équivalent à la longueur du segment allant de la pointe de la canine mandibulaire gauche à la pointe canine mandibulaire droite. Le rapport de ces deux longueurs donne l'indice mandibulaire canin. La valeur standard de cet échantillon montre une différence significative entre les deux sexes. Le succès d'identification est de 84,3% chez l'homme et de 87,5% chez la femme.

LA MÉTHODE DIMODENT (1998)

En reprenant la méthode de Fronty en 1978, la methode DIMODENT s'effectue avec une nouvelle formulation de l'équation de prédiction sexuelle. Les mesures réalisées au pieds à coulisse sur des moulages dentaires confirment les tendances évoquées dans la première méthode.

Si P tend vers 100%, la denture est féminine.

Si P tend vers 0%, la denture est masculine avec une probabilité 100%

Si P = 50% il est impossible de se prononcer sur le sexe.

$$Y = 24,2 + (1,54 \text{ X diam MD de I}) + (1,92 \text{ X diam VL de I}) - (2,84 \text{ X diam MD de C}) - (3,38 \text{ X diam VL de C})$$

$$P = 1/1+e(-Y)$$

LA MÉTHODE DE CARDOSO (2008)

L'auteur mesure les diamètres vestibulo-linguaux et mesio-distaux sur un échantillon qui comprend des individus adultes et immatures mais tout deux avec des dents permanentes.

Dans un premier temps, des formules de régression logistique spécifiques au sexe, basées sur les diamètres de dent adulte, sont développées et ensuite utilisées pour déterminer le sexe de l'échantillon de population immature. Dans un second temps, la moyenne globale adulte

de chaque dimension est utilisée comme critère discriminant pour déterminer le sexe des sujets immatures. Enfin, c'est la moyenne globale de chaque dimension des sujets immatures qui est utilisée comme critère discriminant sur les sujets immatures pour déterminer le sexe. La précision des canines entre 58% et 100% semble apporter les meilleurs résultats.

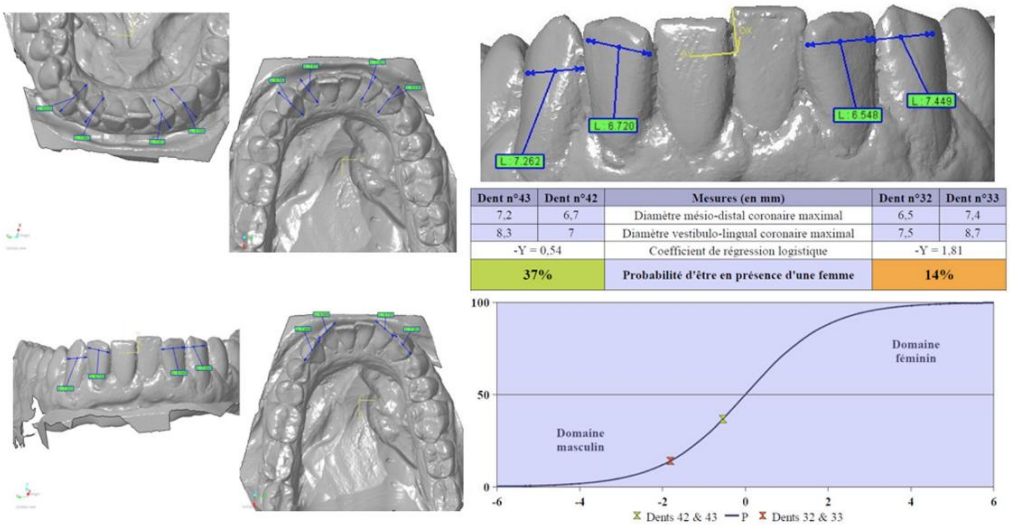
MÉTHODE DE THOMAS ET HASSER (2012)

Cette méthode complète la méthode DIMODENT, elle ajoute le calcul de P' si le résultat n'est pas acquis par la méthode.

$$Y' = 24{,}2 + (\mathbf{1{,}34}\ X \text{ diam MD de I}) + (\mathbf{1{,}82}\ X \text{ diam VL de I}) - (\mathbf{2{,}94}\ X \text{ diam MD de C}) - (\mathbf{3{,}38}\ X \text{ diam VL de C})$$

$$\mathbf{P'} = 1/1+e(-Y')$$

En conclusion, la détermination du sexe par l'étude du dimorphisme sexuel dentaire à partir de prise de mesures de diamètres coronaires peut être réalisée par l'intermédiaire d'une caméra optique et à l'aide d'outils informatiques. En exemple, la figure 11 montre l'utilisation de la méthode de Fronty (Dimodent) par la mesure des plus grands diamètres coronaires mésio-distals et vestibulo-linguals des incisives et canines mandibulaires. Ces dimensions sont enregistrées à partir des différentes vues de l'empreinte tridimensionnelle. Le calcul de ces indices peut être programmé automatiquement.



Dent n°43	Dent n°42	Mesures (en mm)	Dent n°32	Dent n°33
7,2	6,7	Diamètre mésio-distal coronaire maximal	6,5	7,4
8,3	7	Diamètre vestibulo-lingual coronaire maximal	7,5	8,7
-Y = 0,54		Coefficient de régression logistique	-Y = 1,81	
37%		**Probabilité d'être en présence d'une femme**	**14%**	

FIGURE 11 ESTIMATION DU SEXE PAR LA METHODE DE FRONTY SUR UN MODELE NUMERIQUE ENREGISTRE PAR LE SCANNER DENTAL WINGS SERIE 5. LE LOGICIEL DE MESURES EST WORKXPLORE 3D 3.0. LA TENDANCE MASCULINE EST CONFIRMEE

Le développement et le vieillissement physiologique de l'organe dentaire aboutissent à des modifications morphologiques révélatrices de l'âge d'un individu. Ces remaniements micro et macroscopiques ont permis aux chercheurs de développer de nombreuses techniques pour estimer l'âge d'un individu mort ou vivant.

Chez l'enfant, la formulation dentaire est un excellent indicateur de l'âge. En effet, les facteurs environnementaux n'ont que très peu d'influence sur la séquence éruptive des dents (Triratana, 1990) (Townsend N. &., 1990). Les travaux de Gleiser et Hunt (Gleiser, 1955) basés sur l'appréciation de la maturation dentaire par l'intermédiaire des stades dentaires, ont permis à Demirjian de développer une méthode devenue le standard pour l'estimation de l'âge jusqu'à 16 ans (A D. , 1976).
Cette méthode détermine les étapes de minéralisation des dents observées sur des radiographies panoramiques, qui sont, par la suite, codées selon des scores prédéterminés.
Les sept dents permanentes mandibulaires gauches sont observées (la dent de sagesse est exclue) et huit stades dentaires sont définis pour chaque type de dent.
Le stade de développement de chaque dent équivaut à un score et les 7 scores sont additionnés pour donner un score total compris entre 0 et 100 pour l'individu représentant son indice de maturité.
Ultérieurement l'indice de maturité dentaire est converti en âge dentaire grâce à une table proposée par l'auteur.
Néanmoins, cette méthode présente des limites. L'appréciation des stades d'évolution des dents est qualitative et laisse un biais inter observateur. Ensuite, l'échantillon qui est utilisé est issu d'une population spécifique canadienne française et sur ou sous-estime l'âge en fonction des populations (Antonio De Donno, 2021). Enfin elle ne permet pas de déterminer si un enfant a atteint sa majorité à 18 ans, ce qui est fondamental pour la justice.

Déterminer l'âge d'un adulte avec des dents permanentes est plus complexe, surtout lorsque l'individu est décédé. Les processus physiologiques du développement dentaire sont terminés. Les facteurs exogènes tels que l'hygiène bucco-dentaire, les irritation physico-chimiques (tabac…) ou des facteurs endogènes comme l'anatomie particulière, certaines

maladies systémiques (diabète…) et des traitements médicamenteux influencent grandement l'estimation de l'âge.
Il existe plusieurs méthodes, la plus utilisée aujourd'hui restant celle de Lamendin. Mais des procédés odontométriques basés sur l'imagerie 3D permettant de quantifier le volume pulpaire et dentinaire sont apparus, permettant ainsi d'estimer l'âge et le sexe.

METHODE DE LAMENDIN - 1992 (LAMENDIN H, 1992)

Elle ne fait pas de dommages à la dent étudiée. Elle utilise seulement deux critères :
-la translucidité radiculaire (notée T)
-la parodontose (notée P)

Elle est réalisée strictement sur des dents monoradiculées n'ayant pas subi de traitement endodontique.
Le praticien applique la formule : A (âge) = 0.18 x P + 0.42 x T + 25.53
P = (hauteur parodontose x 100) divisée par la longueur de la racine
T = (hauteur translucidité x 100) divisée par la longueur de la racine
Dans cette technique, l'expert utilise une source lumineuse et un pied à coulisse. Cette méthode a pour avantage d'être rapide et simple, mais une sous-estimation de l'âge et une zone d'erreur pouvant aller de 7 à 18 ans ont été rapportées (Foti B, 2001).
Il est déconseillé d'utiliser cette technique chez des sujets de moins de 30 ans.

APPORT DE L'IMAGERIE TRIDIMENSIONNELLE

A partir des années 90, l'imagerie 3D va permettre d'aller plus loin dans l'étude des microstructures et les volumes des différents tissus de la dent.
Ainsi, Vandervoort (Al, 2004) fut le pionnier dans l'utilisation des microscanners CT (Computed Tomographical) pour estimer l'âge, en calculant le volume pulpaire de dents monoradiculées.

En 2010, Aboshi et al (ABOSHI H, 2010) ont décrit une méthode d'estimation de l'âge en mesurant les rapports entre volume pulpaire et coronaire, et les volumes pulpaires et radiculaires à différents niveaux ; la meilleure corrélation avec l'âge étant avec le tiers supérieur radiculaire.

L’utilisation de la tomographie volumique à faisceau conique ou CBCT (Cone Beam Computed Tomography) a permis à Yang et al (YANG F, 2006) de développer une nouvelle approche. Le CBCT permet par un faisceau ouvert, conique, qui balaie l’ensemble du volume en une seule révolution, de saisir le vieillissement physiologique des structures dentaires avec de véritables mesures en 3D (Xu J, 2017) (Delphine, 2010).

Ainsi, la technologie CBCT permet d’envisager de nouvelles recherches pour l’estimation de l’âge et du sexe. En effet, la canine par son dimorphisme sexuel et monoradiculée avec le plus grand volume pulpaire son apposition de dentine secondaire physiologique. Ceci la rend plus facilement observable que les autres dents. Leur haut niveau de survie en dentition quel que soit l'âge, l’usure moindre qu’elles subissent par leurs fonctions, en fait une dent remarquable dans l’estimation de l’âge et du sexe. L’étude menée par Tardivo et al (Delphine Tardivo, et al., 2011) a montré qu’il n’existe pas de différence significative entre l’âge estimé et l’âge réelle de leur échantillon, ainsi que le classement à 100% selon le genre. Cette étude doit être approfondie avec un échantillon plus grand.

IDENTIFICATION D’UN INDIVIDU

Le caractère unique de la dentition humaine est couramment abordé comme preuve d'identification en odontologie médico-légale. Les dents par leur diversité morphologique individuelle, leur localisation sur l’arcade, leur résistance mécanique et temporelle sont indispensables à toute démarche d’identification comparative. Les caméras intrabuccales se sont révélées fiables et précises pour les études médico-légales (STELLA MARTIN-DE-LAS-HERAS, 2014). Les dentitions observées sont appariées les unes aux autres dans le but d'étudier un niveau de similitude, indiquant si oui ou non la dentition correspond à un individu connu. Brau et al. (B.Foti, 2010) démontrent le caractère distinguant des reliefs occlusaux dentaires par une modélisation tridimensionnelle des dents postérieures. Les caractéristiques morphologiques occlusaux et la situation des dents sur les arcades, rendent possible une identification comparative individuelle, de la même façon que les empreintes digitales. Cela a un grand intérêt dans la société actuelle où l’amélioration de l’état bucco-dentaire surtout chez les enfants, rend difficile la reconnaissance par comparaisons avec des données ante-mortem.

DANS L'HISTOIRE DU PEUPLEMENT D'UNE REGION

Afin d'étudier l'histoire du peuplement d'une région, les différences et similarités entre les migrants et les communautés locales qui la composent sont évaluées. La morphologie dentaire est un outil puissant permettant de proposer des interprétations d'ordre paléogénétique sur l'origine des populations passées. À cette fin, le protocole de l'Arizona State University -Dental Anthropology System est utilisé pour la collecte de données.

L'analyse débute par l'enregistrement de tous les traits dentaires d'un échantillon. Comme nous l'avons vu, les traits non métriques peuvent être caractérisés par leurs absence ou présence ou être gradués. Le système ASUDAS permet de les rendre discrets (Turner (C.G.), 1991). Des tests intra et inter observateurs sont réalisés pour minimiser les erreurs. Les traits sont sélectionnés selon leurs forts déterminismes génétiques.

Une phase d'épuration des données peut commencer. On élimine tous les traits jamais observés, d'expression constante, extrêmement rares ou liés au sexe. La méthode du comptage individuel (« individual count ») ((G.R.), 1977) permet d'obtenir une expression unique. L'objectif étant la sélection des traits les plus représentatifs de l'expression génotypique d'une population. Le calcul de la fréquence d'expression génétique pour chaque traits et chaque population est réalisé. Enfin on réalise le calcul de distance génétique entre les populations qui sont visualisées par la réalisation de dendrogramme (clustering) ou nuage de points par analyse de proximité.

La réalisation de dendrogramme afin d'évaluer les affinités populationnelles, nécessite que les caractères étudiés satisfassent les critères qui sont les suivants :

- identifiables et détectables facilement,

- rares (faibles fréquences) dans les populations étudiées

- variabilité faible par rapport à l'âge et au sexe des individus

- leur expression doit être indépendante d'autres caractères

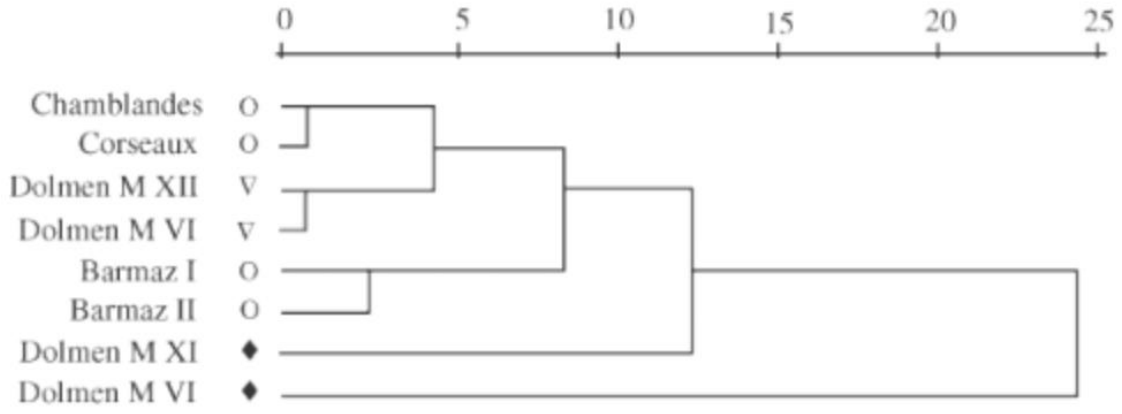


FIGURE 12 DENDROGRAMME REALISÉ DANS L'ETUDE DE L'HISTOIRE DU PEUPLEMENT CAMPANIFORME EN SUISSE OCCIDENTALE REPRESENTANT LA DISTANCE ENTRE LES POPULATIONS OBTENUE PAR ANALYSE DU CLUSTERING DES TRAITS NON-METRIQUES DENTAIRES (DESIDERI, 2002)

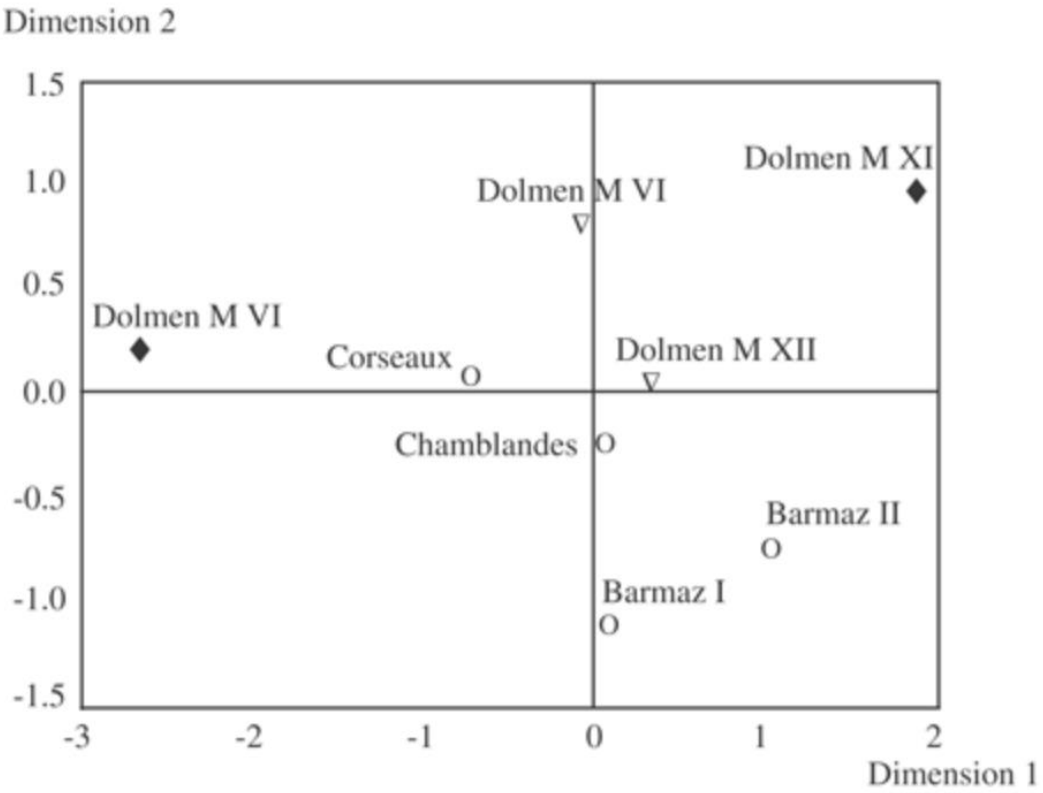


FIGURE 13 NUAGE DE POINTS REALISÉ DANS L'ETUDE DE L'HISTOIRE DU PEUPLEMENT CAMPANIFORME EN SUISSE OCCIDENTALE REPRESENTANT LA DISTANCE ENTRE LES POPULATIONS D'APRES L'ANALYSE DES PROXIMITES DES TRAITS NON-METRIQUES DENTAIRES (DESIDERI, 2002)

Les travaux de Scott et Turner (Scott G.R, 1997) ont comparé les fréquences observées dans la population actuelle de 6 variations anatomiques non métriques :

-l'incisive centrale en pelle (UI1 pelle)

- le tubercule de Carabelli sur la UM1

- l'hypocône de la UM2

- l'hypoconulide sur la molaire inférieure (LM1)

- l'hypoconulide sur la molaire inférieure (LM2)

- la disposition en Y des sillons intercuspidiens des LM2

Dans 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)

- Océanie (Australie, Nouvelle-Guinée, Tasmanie)

Il a été observé une différence de fréquence de présence de caractères entre les populations. En effet, une faible présence du caractère en pelle est retrouvée en Afrique et en Océanie, alors qu'elle est largement représentée en Amérique et en Asie. Scott et Turner qualifient alors la population africaine comme présentant un caractère ancestral alors que les populations d'Amérique et d'Asie sont qualifiées de dérivées.

Quelle que soit l'échelle géographique, les variations anatomiques non métriques dentaires sont des outils importants pour étudier les affinités inter et intrapopulationelles (Scott G.R, 1997). En outre, des similitudes entre la géographie et la morphologie dentaire ont été rapportées chez l'homme actuel (Desideri J. . In : Besse M., 2003). Les données issues de l'analyse des traits non métriques ont été comparées à celles obtenues à partir de la génétique et montre des corrélations importantes (Ricaut F.X., 2010); (Hubbard A.R., 2015).

CONCLUSION :

Les populations sont caractérisées par un patrimoine génétique commun issu d'individus fondateurs. Ce patrimoine constitue le patron de la diversité génétique et l'expression phénotypique des humains qui en découlent. Au fil des générations, par des processus adaptatifs ou non adaptatifs, le patrimoine génétique évolue. La sélection sexuelle est le moteur le plus puissant de cette évolution car elle permet un brassage génétique. Les flux de gènes qui s'en suivent sont directement dépendant de l'affinité entre les populations. La diversité culturelle au sein d'une population permet l'enrichissement du pool génétique. Les différentes cultures façonnent les Hommes pour développer leurs succès reproducteurs. Il en résulte des individus qui se manifestent par une diversité d'apparence physique et de morphologie dentaire.
L'odontométrie et la morphométrie dentaire jouent donc un rôle primordial en anthropologie car elle permet d'étudier l'affinité entre populations (différences, régionales et/ou continentales) et l'histoire des peuplements.

En médecine légale, elles permettent l'estimation de l'âge, la détermination du sexe et l'identification d'un individu.

Les applications de la caméra optique en anthropologie et en médecine légale ont de grandes perspectives.

La numérisation des données par le scanner intra-oral facilite l'archivage des informations et une meilleure accessibilité des données par rapport aux supports conventionnels. Le transfert des données est rapide et dans le respect de l'environnement.

La possibilité de fichiers ouverts STL permet une utilisation des données sur des logiciels de morphométrie géométrique.

La caméra optique permet un enregistrement simple, rapide, accessible et peu coûteux d'investigation 3D non invasif de la morphométrie dentaire, qui pourrait être appliqué à l'étude de paramètre métrique et non métrique.

Les avantages d'un scanner intra-oral en anthropologie d'analyse de caractères discrets et non discrets dentaires sont la possibilité de créer une base de données 3D des surfaces dentaires afin d'étudier la variabilité génétique et morphologique à l'échelle d'une population, permet une meilleure capacité de stockage, d'archivage et d'accessibilité des données et enfin, une répertoriation numérique des échantillons sur les sites de fouille. De plus, la caméra optique permet de s'affranchir de la manipulation fréquente des échantillons et d'améliorer la rapidité et la précision d'analyse.

Ces avantages ont des retombées majeures pour la médecine légale par la réalisation d'odontogrammes ante et post mortem, l'amélioration de la diagnose sexuelle et la possibilité de réaliser un matching avec les données radiographiques 3D pour l'identification d'individus.

3°/ MESURES BIOMETRIQUES DENTAIRES : ECHANTILLON DE DENTS EXTRAITES (COLLECTION CONTEMPORAINE)

INTRODUCTION :

L'étude des dimensions des dents humaines a fait l'objet de nombreuses publications. La précision de mesure par des technologies radiographiques (micro-ct, cbct) et des outils manuels (pieds à coulisse) ont montré leurs preuves. Le pied à coulisse est largement utilisé en anthropologie et en médecine légale comme outil de mesure odontométrique. Ces mesures permettent de définir et d'évaluer la variabilité morphologique des dents entre populations, la diagnose sexuelle et l'estimation de l'âge (Cezar Capitaneanu, 2017) (Angadi PV, 2013). Du fait des nombreux avantages de la caméra optique citée précédemment (numérisation des donnés, accessibilité, absence de détérioration des arcades …), il nous est apparu intéressant d'évaluer la fiabilité des mesures obtenues par cette méthode en les comparant aux mesures obtenues par pied à coulisse. Cette étude a été réalisée sur un échantillon de dents humaines contemporaines permanentes provenant de la faculté d'odontologie de Marseille. Les diamètres mésio-distaux, vestibulo-linguales, mésio-distaux cervicales et vestibulo-linguales cervicales ont été mesurés. La précision et la fiabilité des mesures prises entre un pied à coulisse et une caméra optique ont été comparées.

MATERIEL ET METHODE

MATERIEL

ECHANTILLONS DE DENTS

C'est au sein de la faculté d'odontologie de Marseille que nos échantillons dentaires ont été récupérés (fig : 14).

Pour notre étude, 20 dents ont été utilisées. Les échantillons ont été nettoyés et conditionnés dans des sachets par catégorie. Les critères d'exclusion sont : lésion carieuse proximale, érosion trop importante, fragment coronaire absent, anatomie trop particulière (dent de sagesse).

Incisive centrale	Incisive latérale	Canine	Prémolaire	Molaire
4	2	3	8	3

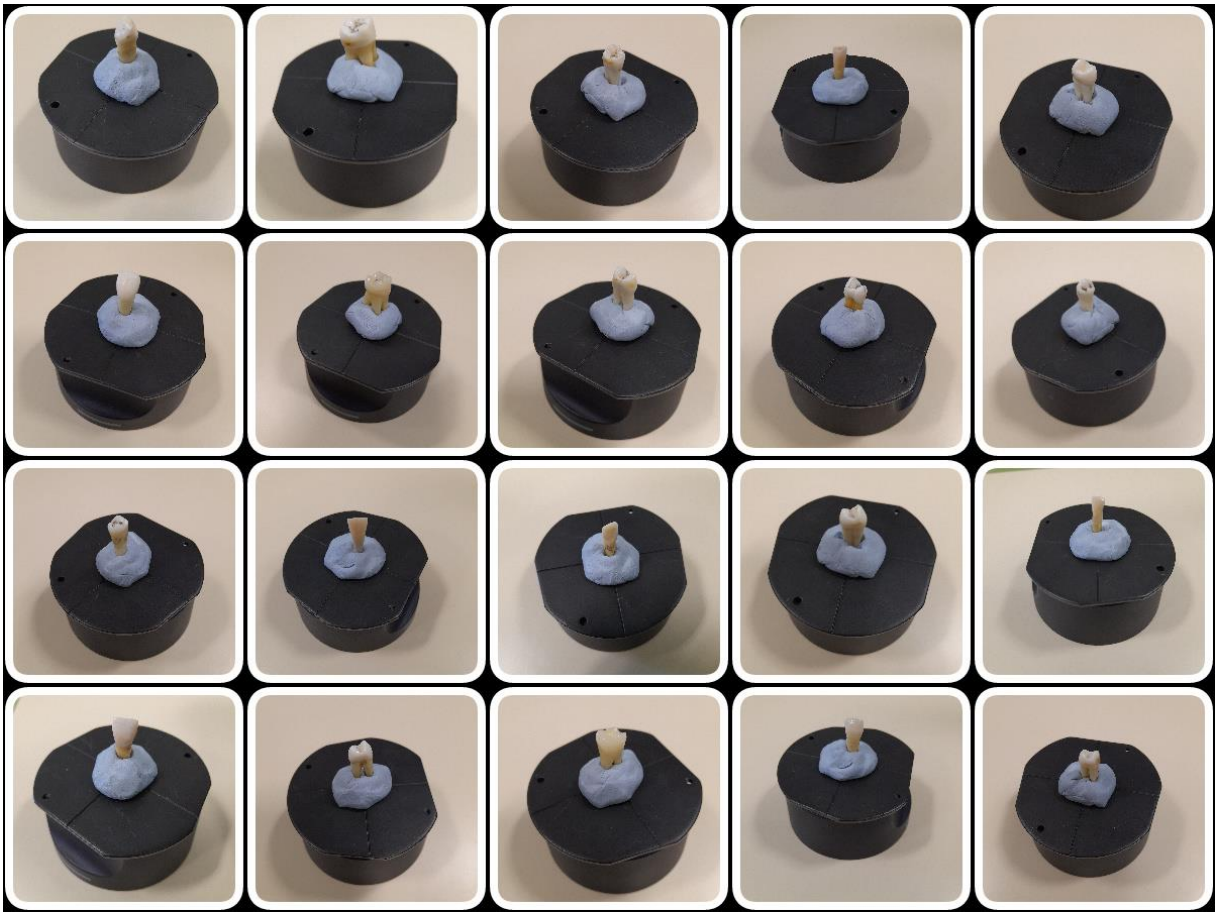


FIGURE 14 ECHANTILLONS DE DENTS CONTEMPORAINES

MATERIEL UTILISE DANS LE RECUEIL DES DONNEES

PIED A COULISSE (FIG : 15)

Pied à coulisse numérique avec un pas de 0,01mm

L'outil de mesure considéré comme le gold standard est le pied à coulisse numérique. Il possède en effet un pas de 0,01 mm et est largement utilisé en anthropologie et en médecine légale pour les mesures dentaires.

FIGURE 15 PIED A COULISSE DIGITAL

CAMERA OPTIQUE TRIOS 3 (FIG :16)

La caméra optique utilisée dans notre étude est la Trios 3. Il s'agit d'une caméra sans poudrage permettant une empreinte couleur. La technologie utilisée est une acquisition par vidéo avec microscopie confocale. Le système produit des fichiers STL ouverts. Cette caméra existe en format stylo ou pistolet et peut être reliée directement à un ordinateur ou à une unité mobile Trios. La caméra de la 3Shape Trios a une précision de 4,5 ± 0,9 µm selon (Hack, 2015).

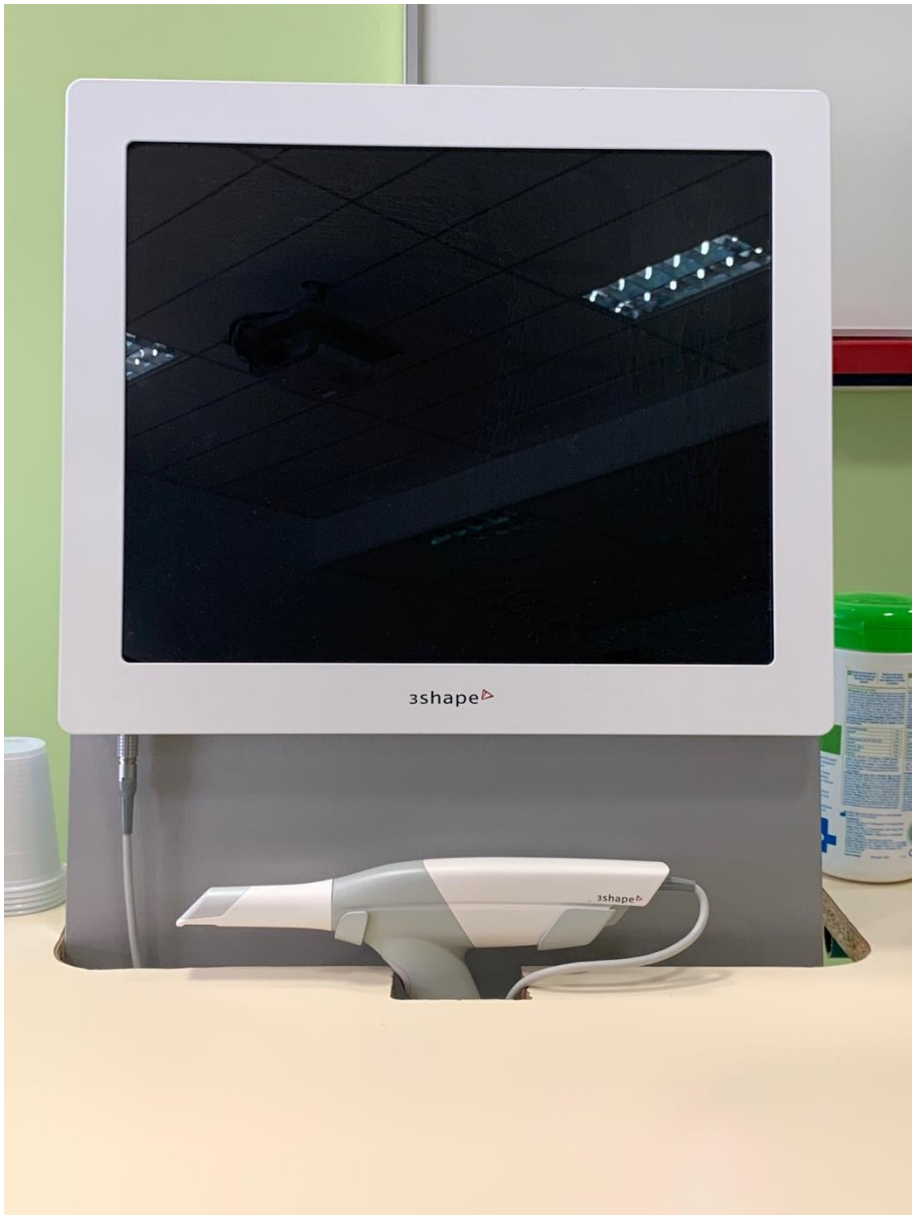


FIGURE 16 CAMERA OPTIQUE TRIOS 3 (3 SHAPE) AVEC MONITEUR

LOGICIEL :

Les logiciels utilisés sont Microsoft Excel, logiciel tableur développé et distribué par l'éditeur Microsoft ; le logiciel Meshlab, logiciel libre de traitement de maillages 3D. Ce logiciel a été développé en 2015 par l'ISTI et le CNR dans l'objectif de fournir un outil pour la manipulation et l'édition de modèles 3D.

Les statistiques ont été réalisées avec le Logiciel R, logiciel libre consacré aux statistiques et à la science des données, il a été conçu par la R Foundation for Statistical Computing.

METHODE

Un protocole précis testé sur une dent en résine témoin a été défini puis il a été appliqué de façon identique sur l'ensemble de l'échantillon d'étude.

Les mesures sur 20 dents humaines et une dent en résine témoin (fig :17) ont été réalisées par 2 étudiants en odontologie. Afin d'évaluer la variabilité intra individuelle, les mesures ont été réalisées à une semaine d'intervalle par un étudiant. Nos mensurations ont été effectuées aux diamètres mésio-distaux et vestibulo-linguaux des couronnes ainsi qu'aux niveaux cervicales.

FIGURE 17 DENT EN RESINE TEMOIN

PAR MESURE DIRECTE (PIED A COULISSE)

Chaque dent a été mesurée deux fois par un étudiant à une semaine d'intervalle et une fois par un étudiant pour évaluer la variabilité inter opérateur. Quatre mesures par dent ont été réalisées : diamètres coronaires mésio-distaux (MD), vestibulo-linguaux (VL) et mésio-distaux cervicaux (MDcer), vestibulo-linguaux cervicaux (VLcer) avec le pied à coulisse digital.

DIAMETRES CORONAIRES MESIO-DISTAUX (MD)

Les diamètres mésio-distaux sont définis comme étant les longueurs maximales de la couronne dentaire selon Seipel (CM, 1946) (fig : 19). Dans notre étude les dents ont été isolées. Les deux points permettant de mesurer le diamètre mésio-distal sont ceux situés sur les surfaces proximales de la couronne où il est envisagé que le point de contact avec la dent adjacente se situerait normalement. Le pied à coulisse a été placé de façon parallèle à la ligne de plus grand contour de la dent.

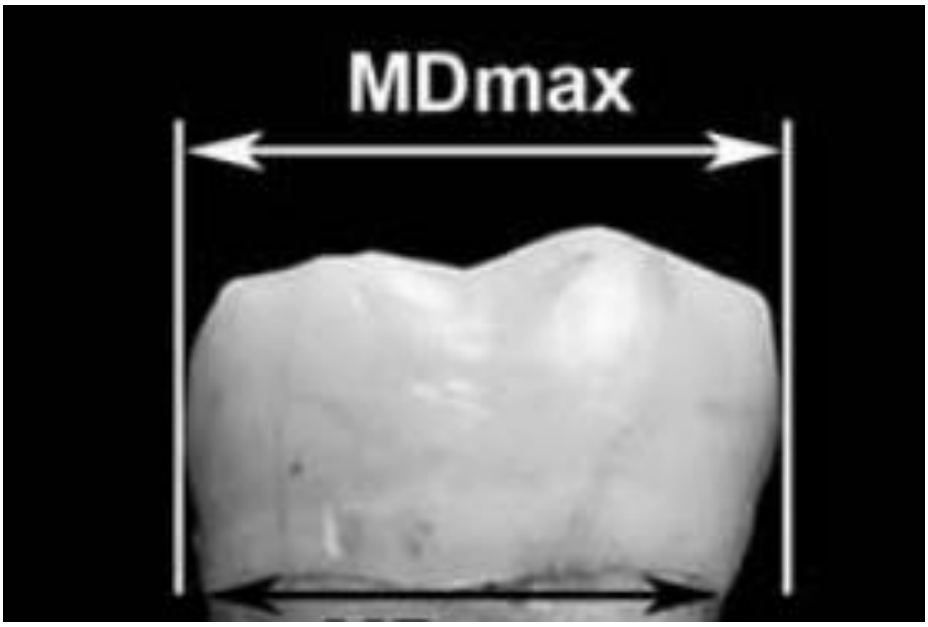


FIGURE 18 DIAMETRE MÉSIO-DISTAL MOLAIRE (JOAN VICIANO, 2011)

DIAMETRES CORONAIRES VESTIBULO-LINGUAUX (VL)

Les diamètres vestibulo-linguaux sont définis comme étant les largeurs maximales de la couronne dentaire. Ces diamètres ont ainsi été mesurés en prenant la plus grande mesure vestibulo-linguale obtenue en maintenant le pied à coulisse perpendiculaire au diamètre mésio-distal de la dent et parallèle à la ligne de plus grand contour (fig : 19).

FIGURE 19 DIAMETRE VESTIBULO-LINGUAL MOLAIRE MESURÉ AU PIED A COULISSE

DIAMETRES CERVICALES MESIO-DISTAUX (MDCER)

INCISIVES ET CANINES :

Le pied à coulisse a été placé avec précision apicalement à la jonction email-cément en mésial et en distal (fig : 21).

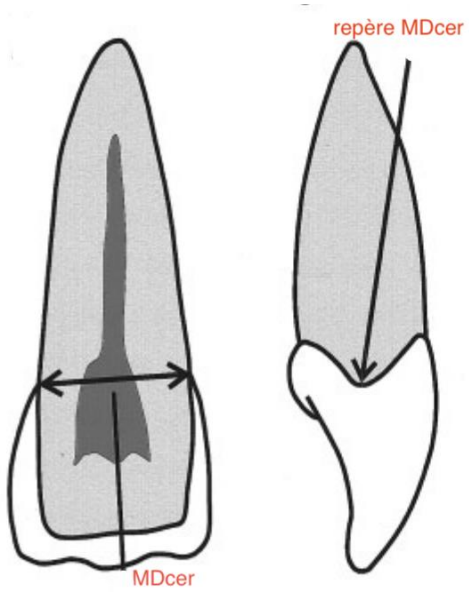


FIGURE 20 DIAMÈTRE MÉSIO-DISTAL CERVICALE INCISIVE (SIMON HILLSON, 2005)

PRE MOLAIRE ET MOLAIRE :

Leur anatomie ne présente pas un point bien défini, il a été placé à mi-distance le long de la jonction émail-cément (fig 21).

FIGURE 21 LIMITE EMAIL-CEMENT REPRESENTÉE EN BLEU ET MARQUEUR A MI-DISTANCE PERMETTANT DE MESURER LE DIAMETRE MESIO-DISTAL CERVICAL

DIAMETRES CERVICALES VESTIBULO-LINGUAUX (VLCER)

Incisive, canine, prémolaire :

La jonction émail-cément forme une seule courbe apicalement et vers l'extérieur en vestibulaire et lingual. Cela signifie que le diamètre cervical buccolingual peut être défini simplement comme la mesure maximale à la jonction émail-cément (fig : 22).

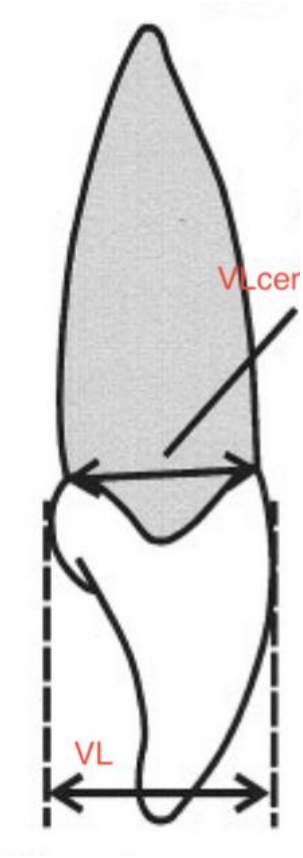


FIGURE 22 DIAMÈTRE VESTIBULO-LINGUAL ET VESTIBULO LINGUAL CERVICAL INCISIVE (SIMON HILLSON, 2005)

MOLAIRE :

La jonction émail-cément n'a pas une seule courbe vers l'extérieur sur les côtés vestibulaires et linguaux des molaires (fig : 23). Cela signifie qu'il existe deux diamètres cervicaux vestibulo-linguaux, la décision a été de choisir le plus grand diamètre (fig : 24).

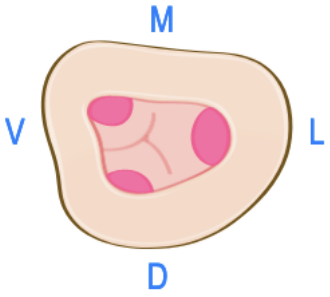


FIGURE 23 COUPE AXIALE CERVICALE DE LA PREMIERE MOLAIRE MAXILLAIRE DROITE (VOISIER)

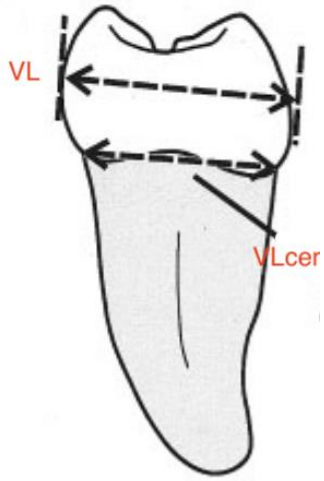


FIGURE 24 DIAMÈTRE VESTIBULO-LINGUAL ET VESTIBULO-LINGUAL CERVICAL MOLAIRE (SIMON HILLSON, 2005)

MESURES NUMERIQUES (EMPREINTE OPTIQUE)

Les 21 dents ont été scannées à l'aide de la caméra optique trios 3 au sein de la faculté d'odontologie de Marseille, un étudiant l'a réalisé deux fois à une semaine d'intervalle et un étudiant une fois. Une calibration 3D et colorimétrique de l'appareil à été préalablement réalisée à l'aide d'embouts spécifiques (fig : 25). Cette étape ne nécessite que quelques minutes. Une contention en silicone sur l'apex de la dent a été effectuée, permettant une acquisition aisée de la couronne des dents.

Le logiciel interne de la caméra optique ne permettait pas d'effectuer des mesures directement, il a été donc nécessaire d'importer les 63 fichiers STL sur une clé USB pour être traités dans un second temps sur Meshlab. Le logiciel permettait après un temps d'adaptation une manipulation facile des objets en 3D. La commande « mesurer » (fig : 26) a permis de placer des marqueurs de façon identique à ceux précisés précédemment et d'en mesurer les distances (fig : 27 et 28).

FIGURE 25 EMBOUT DE CALIBRATION 3D ET COLORIMETRIQUE

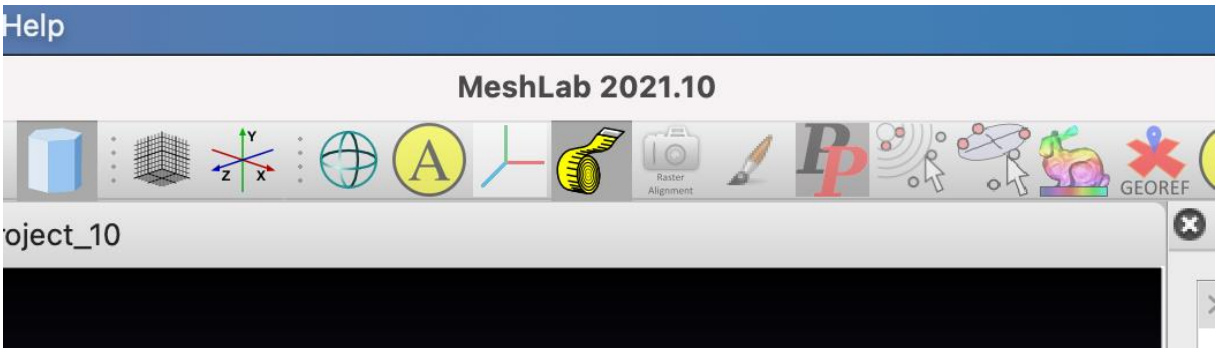


FIGURE 26 EN CLIQUANT SUR LE RUBAN, NOUS POUVONS PLACER LES POINTS QUI PERMETTENT DE MESURER LES DISTANCES SUR UN OBJET. L'UNITE UTILISEE CORRESPOND A CELLE INSCRITE DANS LE FICHIER, DANS NOTRE CAS NOUS SOMME EN MM.

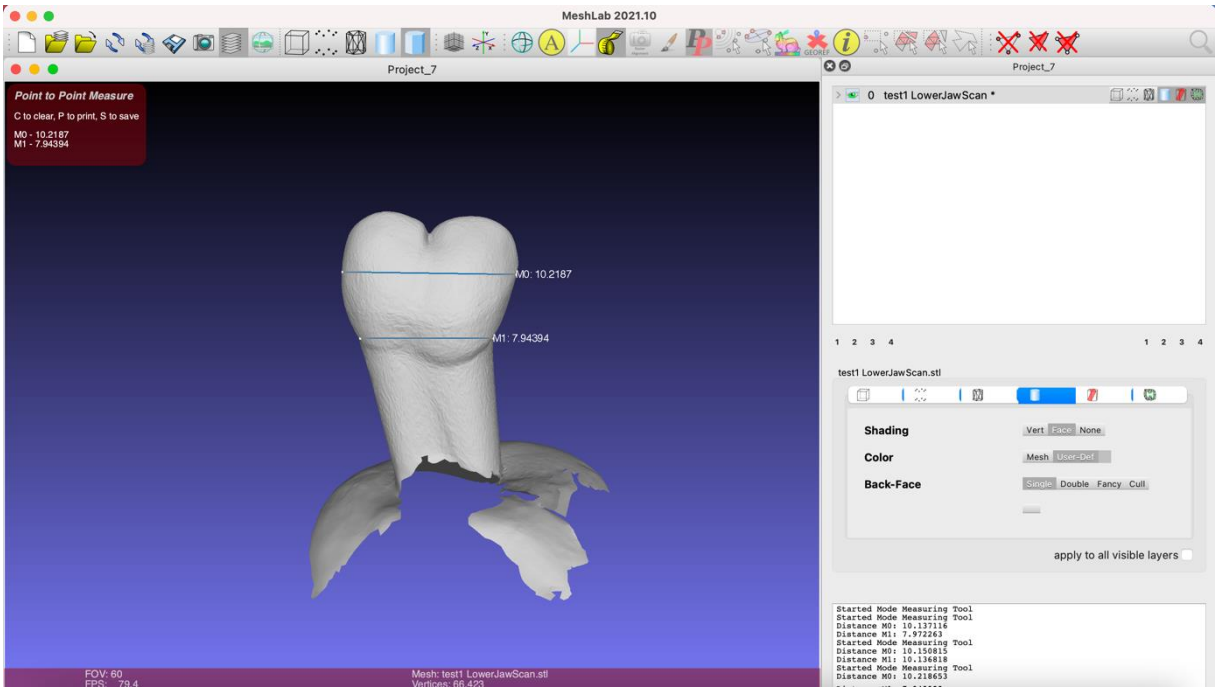


FIGURE 27 MESURE DIAMETRE MESIO-DISTAL ET MESIO-DISTAL CERVICAL SUR LE LOGICIEL MESHLAB

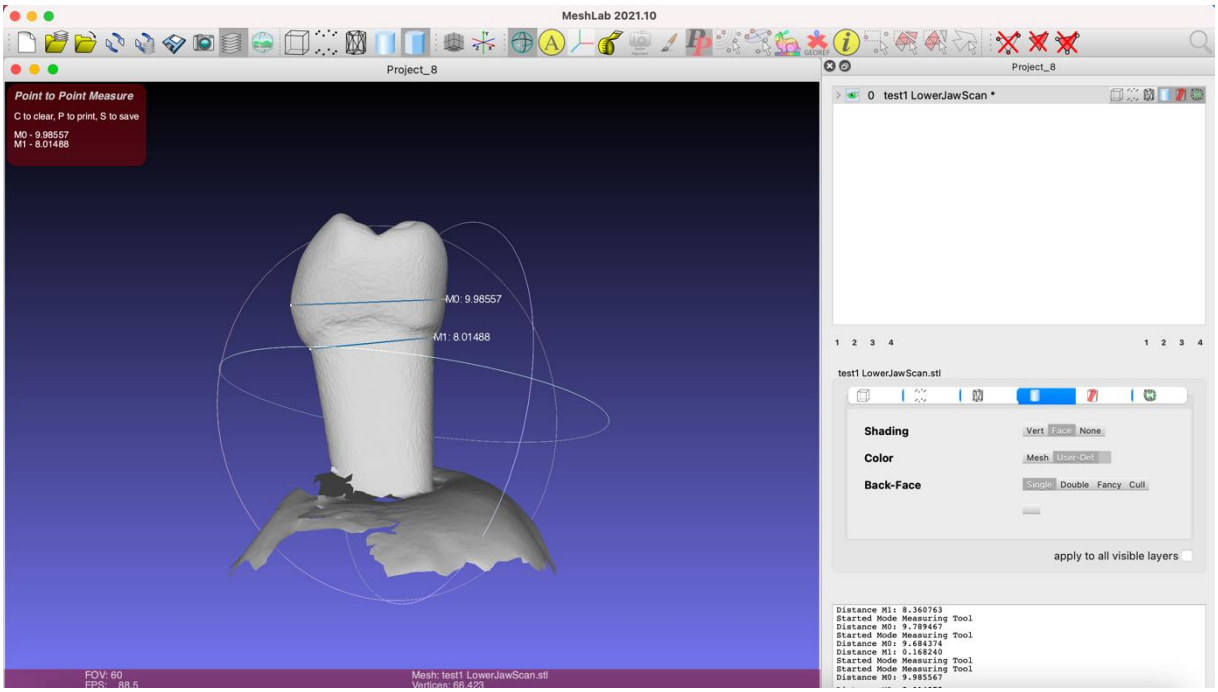


FIGURE 28 MESURE DIAMETRE VESTIBULO-LINGUAL ET VESTIBULO-LINGUAL CERVICAL SUR LE LOGICIEL MESHLAB

PLAN D'ANALYSE STATISTIQUE

Les mesures ont été réalisées sur 20 dents et une dent en résine témoin sur 4 localisations différentes. Pour chaque dent, 4 mesures ont été effectuées : en mésio-distal (MD), en mésio-distal-cervical (MDcer), en vestibulo-lingual (VL) et vestibulo-lingual-cervical (VLcer). Les mesures ont été réalisées par deux opérateurs différents à l'aide des 2 méthodes (Caméra et pied à coulisse) sur chaque dent.
Le jeu de données disponible en annexe comportait donc un total de 84 observations correspondant aux 4 mesures réalisées sur les 21 dents par chaque opérateur.
Aucune donnée manquante n'a été retrouvée.

Pour cette étude, l'objectif était de montrer qu'il n'y avait pas de différence statistiquement significative entre les mesures prises par la caméra et celles prises au moyen du pied à coulisse.
Dans un premier temps, la concordance entre les 2 opérateurs et la concordance sur plusieurs mesures successives par le même opérateur ont été évaluées.

Pour chaque catégorie de dents, les mesures ont été présentées par leur moyenne et l'écart type pour chaque méthode de mesure et chaque opérateur.
Afin d'évaluer la concordance des mesures entre les opérateurs, un test de Wilcoxon-Mann-Whitney a tout d'abord été utiliser, puis la méthode de Bland-Altman et enfin un test de Friedman a été réaliser pour les mesures répétées à J0 et J8 pour l'opérateur 1.
Les intervalles de confiance à 95% et les p-value ont été calculées.

RESULTATS

RESULTATS DESCRIPTIFS

Les tableaux ci-dessous décrivent les mesures réalisées pour les 2 méthodes par les 2 opérateurs et ceci pour chaque type de dent.

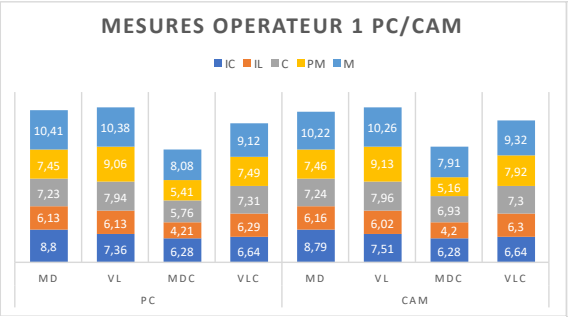
TABLEAUX DESCRIPTIFS

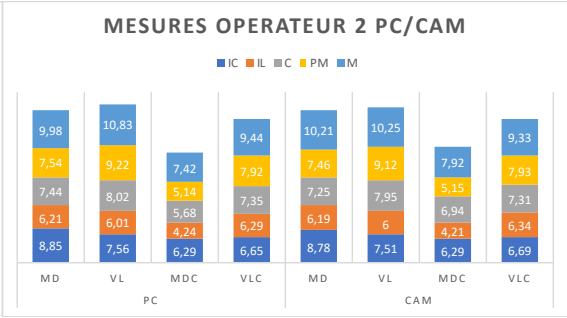
Tableau récapitulatif des valeurs moyennes / fac et / méthode de mesure

	PC				CAM			
	MD	**VL**	**MDc**	**VLc**	**MD**	**VL**	**MDc**	**VLc**
IC	8,81	7,42	6,28	6,64	8,79	7,51	6,28	6,66
IL	6,16	6,09	4,22	5,98	6,17	6,01	4,2	5,97
C	7,3	7,96	5,74	7,67	7,24	7,96	7,06	7,64
PM	7,48	9,12	5,32	8,09	7,46	9,13	5,15	8,38
M	10,27	10,53	7,86	9,76	10,21	10,26	7,92	9,79
Op1								
	PC				**CAM**			
	MD	**VL**	**MDc**	**VLc**	**MD**	**VL**	**MDc**	**VLc**
IC	8,8	7,36	6,28	6,64	8,79	7,51	6,28	6,64
IL	6,13	6,13	4,21	6,29	6,16	6,02	4,2	6,3
C	7,23	7,94	5,76	7,31	7,24	7,96	6,93	7,3
PM	7,45	9,06	5,41	7,49	7,46	9,13	5,16	7,92
M	10,41	10,38	8,08	9,12	10,22	10,26	7,91	9,32
Op2								
	PC				**CAM**			
	MD	**VL**	**MDc**	**VLc**	**MD**	**VL**	**MDc**	**VLc**
IC	8,85	7,56	6,29	6,65	8,78	7,51	6,29	6,69
IL	6,21	6,01	4,24	6,29	6,19	6	4,21	6,34
C	7,44	8,02	5,68	7,35	7,25	7,95	6,94	7,31
PM	7,54	9,22	5,14	7,92	7,46	9,12	5,15	7,93
M	9,98	10,83	7,42	9,44	10,21	10,25	7,92	9,33

Opérateur 1	**Pied à Coulisse**				**Caméra**			
Mesures en mm Moyenne ± Ecart Type	Mésio distal	Vestibulo Lingual	Mésio distal cervical	Vestibulo Lingual Cervical	Mésio distal	Vestibulo Lingual	Mésio distal cervical	Vestibulo Lingual Cervical
Incisives Centrales	8,8 ± 0,39	7,36 ± 0,48	6,28 ± 0,38	6,64 ± 0,38	8,79 ± 0,3	7,51 ± 0,36	6,28 ± 0,38	6,64 ± 0,29
Incisives Latérales	6,13 ± 0,62	6,13 ± 0,43	4,21 ± 0,71	6,29 ± 0,19	6,16 ± 0,62	6,02 ± 0,36	4,2 ± 0,66	6,3 ± 0,08
Canines	7,23 ± 0,41	7,94 ± 0,41	5,76 ± 0,31	7,31 ± 0,43	7,24 ± 0,41	7,81 ± 0,49	6,93 ± 0,48	7,3 ± 0,46
Pré-Molaires	7,45 ± 0,29	9,06 ± 0,88	5,41 ± 1,19	7,49 ± 1,24	7,46 ± 0,33	9,13 ± 0,88	5,16 ± 0,38	7,92 ± 0,82
Molaires	10,41 ± 0,51	10,38 ± 1,08	8,08 ± 0,73	9,12 ± 1,19	10,22 ± 0,3	10,26 ± 1,12	7,91 ± 0,64	9,32 ± 0,94

Opérateur 2	**Pied à Coulisse**				**Caméra**			
Mesures en mm Moyenne ± Ecart Type	Mésio distal	Vestibulo Lingual	Mésio distal cervical	Vestibulo Lingual Cervical	Mésio distal	Vestibulo Lingual	Mésio distal cervical	Vestibulo Lingual Cervical
Incisives Centrales	8,85 ± 0,21	7,56 ± 0,38	6,29 ± 0,37	6,65 ± 0,16	8,78 ± 0,32	7,51 ± 0,35	6,29 ± 0,41	6,69 ± 0,29
Incisives Latérales	6,21 ± 0,71	6,01 ± 0,34	4,24 ± 0,85	4,24 ± 0,85	6,19 ± 0,71	6 ± 0,41	4,21 ± 0,81	4,21 ± 0,81
Canines	7,44 ± 0,52	8,02 ± 0,55	5,68 ± 0,13	7,35 ± 0,53	7,25 ± 0,49	7,79 ± 0,57	6,94 ± 0,52	7,31 ± 0,52
Pré-Molaires	7,54 ± 0,39	9,22 ± 0,94	5,14 ± 0,43	7,92 ± 0,84	7,46 ± 0,33	9,12 ± 0,93	5,15 ± 0,41	7,93 ± 0,83
Molaires	9,98 ± 0,37	10,83 ± 1,2	7,42 ± 0,18	9,44 ± 0,91	10,21 ± 0,35	10,25 ± 1,24	7,92 ± 0,7	9,33 ± 1,03





GRAPHIQUES DESCRIPTIFS : COMPARAISON DES DEUX METHODES

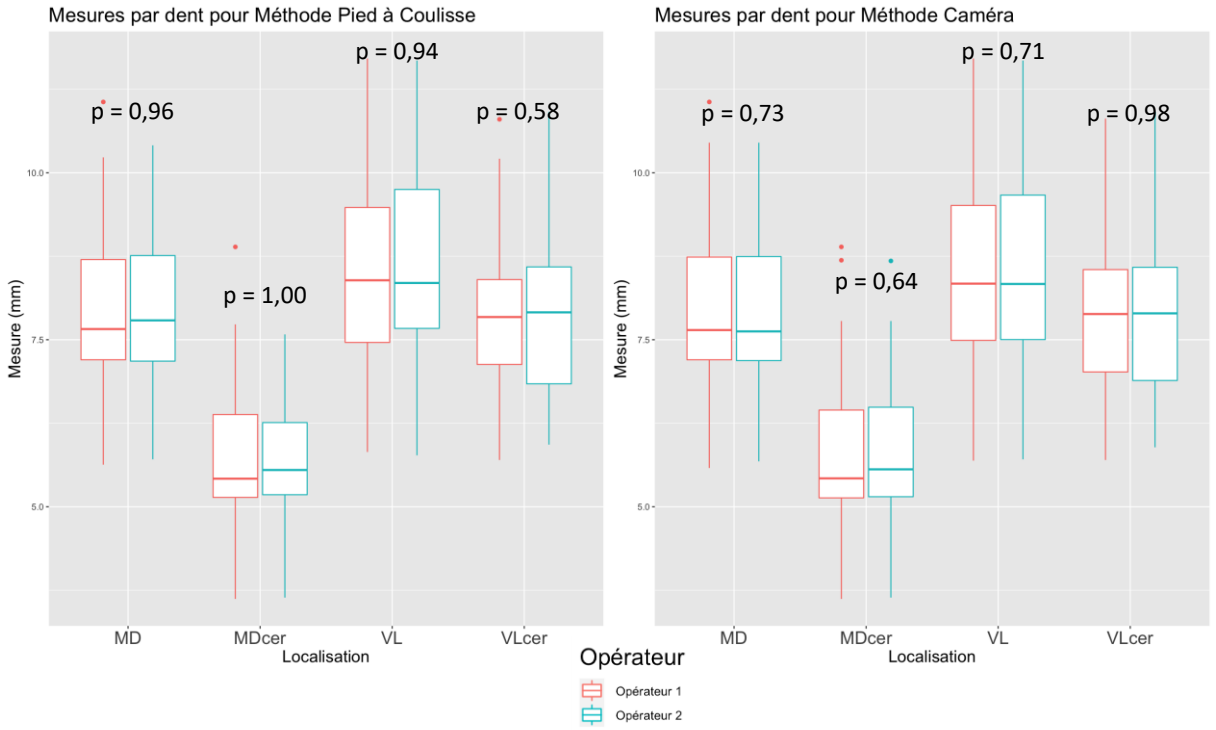
Les graphiques en boite à moustache ci-dessous représentent les mesures réalisées par chaque opérateur, pour chaque type de dent et comparent les 2 méthodes entre elles.

ANALYSE DES ACCORDS INTRA ET INTER OPERATEURS

COMPARAISON DES DEUX OPERATEURS PAR LE TEST DE MANN WHITNEY

Les moyennes des mesures prises par les deux méthodes ont été comparées entre chaque opérateur, un test de Mann-Whitney a été utilisé pour cela.

Le graphique à boites à moustache suivant présente les valeurs des différentes mesures en fonction de la localisation de la mesure et de la méthode de mesure. Les p-values affichées sur le graphique et les tableaux ci-dessous sont calculées à l'aide d'un test de Mann-Whitney.



PC - MD	
U	218
U (normalisé)	-0,050
Espérance	220,500
Variance (U)	1579,994
p-value (bilaté	**0,960**
alpha	0,050

PC - VL	
U	224
U (normalisé)	0,075
Espérance	220,500
Variance (U)	1579,994
p-value (bilaté	**0,940**
alpha	0,050

PC - MDcer	
U	220,500
U (normalisé)	0,000
Espérance	220,500
Variance (U)	1580,122
p-value (bilaté	**1,000**
alpha	0,050

PC - VLcer	
U	198
U (normalisé)	0,000
Espérance	220,500
Variance (U)	1580,250
p-value (bilaté	**0,584**
alpha	0,050

CAM - MD	
U	235
U (normalisé)	0,352
Espérance	220,500
Variance (U)	1579,482
p-value (bilaté	**0,725**
alpha	0,050

CAM - VL	
U	236
U (normalisé)	0,377
Espérance	220,500
Variance (U)	1579,994
p-value (bilaté	**0,706**
alpha	0,050

CAM - MDcer	
U	201,500
U (normalisé)	-0,465
Espérance	220,500
Variance (U)	1579,866
p-value (bilaté	**0,642**
alpha	0,050

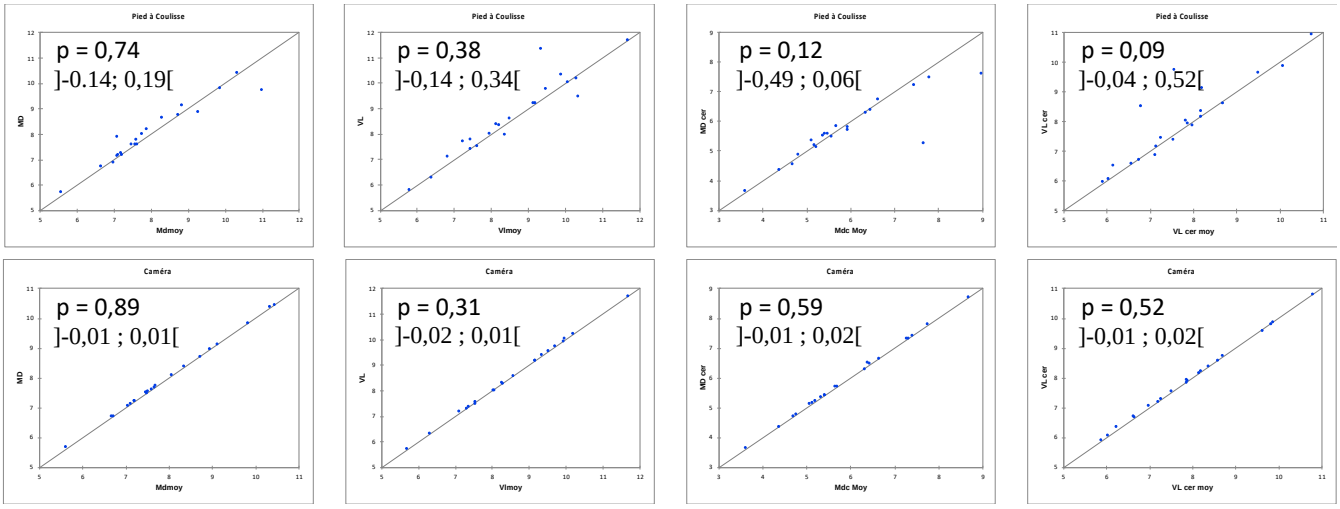
CAM - VLcer	
U	222
U (normalisé)	0,000
Espérance	220,500
Variance (U)	1580,250
p-value (bilaté	**0,980**
alpha	0,050

On ne retrouve pas de p-value statistiquement significative, on ne peut donc pas conclure à des différences statistiquement significatives au seuil de 5% entre les 2 opérateurs et ceci pour les 2 méthodes.

De plus pour évaluer l'accord de mesure entre les opérateurs, une analyse par la méthode de Bland-Altman a été réalisée.

CONCORDANCE INTER OPERATEUR PAR LA METHODE DE BLAND-ALTMAN

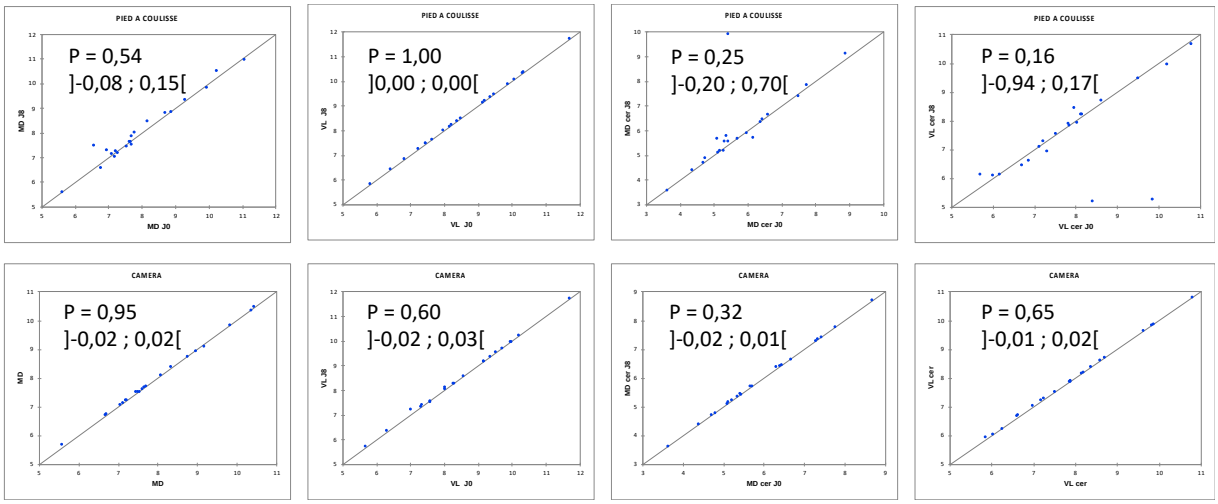
La concordance des mesures entre les 2 opérateurs a été analysée pour chaque méthode à l'aide de la méthode de Bland-Altman. Cette méthode a permis de comparer les mesures faites par les deux opérateurs à l'aide d'une régression linéaire.
Les graphiques ci-dessous montrent les résultats de l'analyse par la méthode de Bland-Altman.



On remarque que les points sont alignés et que la droite de régression est proche de la droite identité y=x. De plus on ne retrouve pas de p-value statistiquement significative, les différences de mesures entre les deux opérateurs ne sont donc pas statistiquement significatives.

CONCORDANCE INTRA OPERATEUR ENTRE J0 ET J8 PAR LA METHODE DE BLAND ALTMAN

La concordance entre la mesure à J0 et la mesure à J8 a été évaluée pour l'opérateur 1 pour la méthode de mesure par Caméra et pour la méthode Pied à Coulisse. La méthode de Bland-Altman présentée dans les graphiques ci-dessous a été utilisée.



On ne retrouve pas de p value statistiquement significative, on ne peut donc pas conclure à l'existence de différences statistiquement significatives au seuil de 5% entre les temps J0 et J8 pour l'opérateur 1.

COMPARAISON DES METHODES ENTRE J0 ET J8 : TEST DE FRIEDMAN

Les tableaux ci-dessous décrivent les mesures prises par les 2 méthodes par l'opérateur 1 à J0 et à J8.

PC Opérateur 1 J0 et J8

	MD J0	MD J8	VL J0	VL J8	MD cer J0	MD cer J8	VL cer J0	VL cer J8
	8,7	8,77	7,98	7,98	6,59	6,65	7,13	7,08
	8,17	8,43	7,24	7,24	5,71	5,65	6,87	6,6
	8,89	8,82	6,83	6,83	6,44	6,45	6,18	6,11
	9,29	9,3	7,64	7,64	6,38	6,33	6,7	6,45
	5,63	5,56	5,82	5,82	3,62	3,57	6	6,09
	6,77	6,55	6,41	6,41	4,76	4,87	5,7	6,11
	7,2	6,99	8,23	8,23	6,16	5,71	8,15	8,21
	7,7	7,5	8,16	8,16	5,98	5,87	7,53	7,54
	6,56	7,44	7,46	7,46	5,31	5,54	7,23	7,27
	7,12	7,1	8,39	8,39	5,38	5,77	8,04	7,92
	7,66	7,6	10,32	10,32	5,14	5,1	9,86	5,25
	7,7	7,82	9,89	9,89	5,11	5,65	9,5	9,48
	7,54	7,42	9,48	9,48	4,7	4,68	8,63	8,71
	7,22	7,23	8,5	8,5	5,29	5,17	7,84	7,82
	7,27	7,14	7,46	7,46	5,18	5,17	7,32	6,94
	7,63	7,61	10,07	10,07	5,42	9,91	8,4	5,19
	7,8	7,99	9,2	9,2	5,42	5,54	8,13	8,21
	6,97	7,27	9,14	9,14	4,37	4,4	7,82	7,9
	9,95	9,8	10,35	10,35	7,73	7,84	10,21	9,94
	10,23	10,48	11,71	11,71	7,5	7,39	10,8	10,66
	11,06	10,94	9,35	9,35	8,89	9,1	7,96	8,45
Moyenne	7,96	7,99	8,55	8,55	5,77	6,02	7,90	7,52
ET	1,31	1,31	1,47	1,47	1,20	1,51	1,35	1,46

	CAM Opérateur 1 J0 et J8							
	MD	MD	VL	VL	MD cer	MD cer	VL cer	VL cer
	8,75	8,72	8,04	8,02	6,68	6,62	6,98	7,01
	8,34	8,39	7,34	7,38	5,71	5,69	6,64	6,69
	8,96	8,92	7,01	7,21	6,41	6,41	6,27	6,22
	9,17	9,09	7,58	7,51	6,31	6,37	6,61	6,68
	5,58	5,67	5,69	5,71	3,63	3,62	6,04	6,02
	6,68	6,7	6,32	6,34	4,79	4,76	5,87	5,92
	7,45	7,49	8,27	8,25	7,34	7,33	8,21	8,19
	7,54	7,51	8,29	8,28	7,42	7,4	7,51	7,52
	6,71	6,72	7,33	7,32	6,45	6,43	7,19	7,21
	7,13	7,12	8,02	8,1	5,66	5,69	7,88	7,86
	7,62	7,61	10,21	10,21	5,09	5,09	9,83	9,82
	7,71	7,69	9,96	9,94	5,36	5,33	9,64	9,62
	7,51	7,5	9,52	9,52	4,71	4,71	8,6	8,59
	7,21	7,22	8,57	8,58	5,13	5,16	7,89	7,87
	7,2	7,21	7,58	7,54	5,21	5,2	7,26	7,27
	7,67	7,68	9,98	9,97	5,43	5,42	8,38	8,39
	8,09	8,07	9,17	9,17	5,41	5,43	8,15	8,15
	7,05	7,06	9,18	9,16	4,38	4,38	7,89	7,9
	9,83	9,84	9,72	9,7	7,78	7,75	9,87	9,87
	10,36	10,34	11,69	11,7	7,29	7,28	10,81	10,8
	10,45	10,47	9,37	9,36	8,69	8,69	8,71	8,69
Moyenne	7,95	7,95	8,52	8,52	5,95	5,94	7,92	7,92
ET	1,25	1,23	1,44	1,43	1,26	1,25	1,34	1,33

Les résultats du test de Friedman sont présentés dans le tableau ci-dessous. On ne retrouve pas de différences statistiquement significatives sauf pour la mesure par caméra pour la localisation Mésio-Distale cervicale. Pour cette localisation on retrouve une différence de 0,01mm statistiquement significative avec p = 0,046. Toutefois il s'agit d'une différence de 10 µm ce qui peut être raisonnablement négligé en pratique courante.

PC - MD	
Q (Valeur observée)	0,429
Q (Valeur critique)	3,841
DDL	1
p-value (unilatérale)	**0,513**
alpha	0,050

PC - VL	
Q (Valeur observée)	0
Q (Valeur critique)	3,841
DDL	1
p-value (unilatérale)	**1,000**
alpha	0,050

PC - MDcer	
Q (Valeur observée)	0,048
Q (Valeur critique)	3,841
DDL	1
p-value (unilatérale)	**0,827**
alpha	0,050

PC - VLcer	
Q (Valeur observée)	0,429
Q (Valeur critique)	3,841
DDL	1
p-value (unilatérale)	**0,513**
alpha	0,050

CAM - MD	
Q (Valeur observée)	0,048
Q (Valeur critique)	3,841
DDL	1
p-value (unilatérale)	**0,827**
alpha	0,050

CAM - VL	
Q (Valeur observée)	0,888889
Q (Valeur critique)	3,841
DDL	1
p-value (unilatérale)	**0,346**
alpha	0,050

CAM - MDcer	
Q (Valeur observée)	4,000
Q (Valeur critique)	3,841
DDL	1
p-value (unilatérale)	**0,046**
alpha	0,050

CAM - VLcer	
Q (Valeur observée)	0,053
Q (Valeur critique)	3,841
DDL	1
p-value (unilatérale)	**0,819**
alpha	0,050

DISCUSSION

La caméra optique nous communique des informations suffisamment fiables et exploitables pour surseoir aux pieds à coulisse. Étant donné la taille limitée de l'échantillon, la forte proportion de prémolaire 40%, le nombre et l'expérience limitée des opérateurs ; tout ceci nous empêche de conclure qu'il n'existe pas de différence significative entre les deux méthodes deux mesures.

Pour la caméra optique, le volume analysé joue un rôle important dans la précision des mesures. Effectivement, il a été démontré que plus l'objet scanné avait un volume important plus la précision des mesures diminuait (Jaafar Abduo, 2018) , cela étant dû aux algorithmes utilisés dans le logiciel pour reconstruire l'image 3D. Or, dans notre protocole validé par une dent en résine témoin, les dents ont été scannées une à une avec un socle, dans des conditions de luminosité naturelle, permettant un enregistrement facile limitant les déformations, avec pour conséquence de bonifier les mesures et de limiter les biais de reconstruction algorithmique imputables au volume échantillonné et au niveau de luminosité. Cependant, malgré cela, nous retrouvons 7% des valeurs en dehors des limites d'agrément. Nous pouvons imaginer que cela est dû au temps d'apprentissage des opérateurs lors de la manipulation du logiciel Meshlab pour réaliser les mesures. De plus, la présence de cette fonctionnalité dans le logiciel de la caméra trios 3 aurait permis un gain de temps ainsi qu'une plus grande facilité de manipulation des objets 3D. Nous retrouvons une grande dispersion des mesures observées pour les diamètres vestibulo-linguaux des molaires et des pré molaires. Ceci est probablement dû à la taille de l'échantillon, à la non prise en compte des différents secteurs pour chaque type de dent, ainsi qu'à l'anatomie particulière des molaires où la subjectivité des observateurs joue un rôle important dans la prise de mesures (Simon Hillson, 2005). Le choix de prendre des mesures des diamètres cervicaux avait pour objectif d'augmenter le nombre de mesures afin d'évaluer la reproductibilité et la robustesse des deux méthodes de mesure. Le résultat ne montre pas de différence significative. Les mesures à J0 par les deux opérateurs ont été réalisées dans le même emplacement et successivement. Cela nous laisse penser qu'il existe un biais de mémoire entre les deux opérateurs mais que dans les limites des conditions de notre travail, elle n'a pas été mise en évidence.

La lecture de la littérature révèle que notre étude est originale. En effet les études comparant les mesures entre une caméra optique et un pied à coulisse sont peu nombreuses (Soto-Álvarez, et al., 2020). La majorité des études comparent les différentes caméras optiques entre elles. Elles sont réalisées soit in vitro, en comparant les mesures sur des modèles en plâtre à des modèles numériques en enregistrant une arcade complète ou un secteur. Ou bien de la même façon in vivo, en comparant les mesures directement en bouche avec celles obtenues par les modèle 3D (Jaafar Abduo, 2018). Très peu d'études comparent les diamètres mésio-distaux et vestibulo-linguaux d'une couronne unitaire et encore moins les diamètres cervicaux d'une dent. Notre étude montre que nos résultats sont en concordance avec l'étude menée par Soto-Alvarez (Soto-Álvarez, et al., 2020) qui ne retrouve pas de discordance entre les opérateurs : ce qui concorde avec nos résultats.

Ces résultats sont cohérents avec ceux obtenus par une autre étude qui avait également analysé les diamètres dentaires, comparant les mesures entre modèles en plâtre avec celles réalisées sur un modèle numérique 3D (Radeke J, 2014). La méta-analyse réalisée par Fleming et al (Fleming, 2011) montre un très haut degré de concordance des mesures réalisées au pied à coulisse comparées à celles réalisées avec une caméra optique.

Le coût très faible du pied à coulisse et la lecture instantanée de la mesure restent un avantage incontestable, mais la numérisation des données par le scanner intra-oral permet de faciliter l'archivage des informations et une meilleure accessibilité des données.

La généralisation du scanner intra oral dans le domaine de l'odontologie permettrait la création d'une base de données ayant des retombées majeures pour l'anthropologie du vivant, du funéraire et pour la médecine légale. En effet, elle pourrait aider à la réalisation des études descriptives et longitudinales sur les populations (Odeh, 2016) (Toullec, 2011). Également l'intégration de ces données au dossier médical partagé (DMP) permettrait un accès rapide aux informations médicales nécessaires à l'identification d'un individu à des fins médico légales (B.Foti, 2010).

CONCLUSION

Dans cette étude, les mesures prises par la caméra optique dentaire étaient équivalentes aux mesures réalisées au pied à coulisse. Nous pouvons conclure que la caméra optique pourrait remplacer le pied à coulisse comme outil de mesure. La numérisation, l'archivage et la centralisation des données odontométriques, faciliteraient leur exploitation à des fins de recherches médicales et anthropologiques.

ANNEXE

Ci-dessous le jeu de données utilisé pour réaliser l'étude :

Dent	Localisation	PC_OP1	PC_OP2	CAM_OP1	CAM_OP2	CAM_OP1_J8	PC_OP1_J8
IC	MD	8,7	8,76	8,75	8,7	8,72	8,77
IC	MD	8,17	8,63	8,34	8,37	8,39	8,43
IC	MD	8,89	9,13	8,96	8,94	8,92	8,82
IC	MD	9,29	8,87	9,17	9,11	9,09	9,3
IL	MD	5,63	5,71	5,58	5,68	5,67	5,56
IL	MD	6,77	6,71	6,68	6,69	6,7	6,55
C	MD	7,2	7,87	7,45	7,51	7,49	6,99
C	MD	7,7	7,59	7,54	7,55	7,51	7,5
C	MD	6,56	6,87	6,71	6,69	6,72	7,44
PM	MD	7,12	7,15	7,13	7,13	7,12	7,1
PM	MD	7,66	7,59	7,62	7,59	7,61	7,6
PM	MD	7,7	8	7,71	7,73	7,69	7,82
PM	MD	7,54	7,58	7,51	7,47	7,5	7,42
PM	MD	7,22	7,18	7,21	7,21	7,22	7,23
PM	MD	7,27	7,24	7,2	7,22	7,21	7,14
PM	MD	7,63	7,79	7,67	7,66	7,68	7,61
PM	MD	7,8	8,19	8,09	8,07	8,07	7,99
PM	MD	6,97	7,18	7,05	7,06	7,06	7,27
M	MD	9,95	9,82	9,83	9,81	9,84	9,8
M	MD	10,23	10,41	10,36	10,36	10,34	10,48
M	MD	11,06	9,72	10,45	10,45	10,47	10,94
IC	VL	7,98	7,99	8,04	8	8,02	7,9
IC	VL	7,24	7,67	7,34	7,36	7,38	7,19
IC	VL	6,83	7,07	7,01	7,18	7,21	6,65
IC	VL	7,64	7,49	7,58	7,49	7,51	7,42
IL	VL	5,82	5,77	5,69	5,71	5,71	5,72
IL	VL	6,41	6,25	6,32	6,29	6,34	6,58
C	VL	8,23	8,32	8,27	8,29	8,25	8,26
C	VL	8,16	8,35	8,29	8,28	8,28	8,15
C	VL	7,46	7,39	7,33	7,29	7,32	7,35
PM	VL	8,39	7,97	8,02	7,99	8,1	8,06
PM	VL	10,32	10,18	10,21	10,23	10,21	10,25
PM	VL	9,89	10,32	9,96	9,92	9,94	9,85
PM	VL	9,48	9,75	9,52	9,53	9,52	9,58
PM	VL	8,5	8,6	8,57	8,57	8,58	8,55
PM	VL	7,46	7,78	7,58	7,54	7,54	7,57
PM	VL	10,07	10,02	9,98	10,01	9,97	8,4
PM	VL	9,2	9,19	9,17	9,16	9,17	9,25
PM	VL	9,14	9,2	9,18	9,15	9,16	9,19

M	VL	10,35	9,45	9,72	9,71	9,7	9,89
M	VL	11,71	11,68	11,69	11,67	11,7	11,65
M	VL	9,35	11,35	9,37	9,38	9,36	9,3
IC	MDcer	6,59	6,71	6,68	6,64	6,62	6,65
IC	MDcer	5,71	5,82	5,71	5,71	5,69	5,65
IC	MDcer	6,44	6,38	6,41	6,5	6,41	6,45
IC	MDcer	6,38	6,26	6,31	6,29	6,37	6,33
IL	MDcer	3,62	3,64	3,63	3,64	3,62	3,57
IL	MDcer	4,76	4,84	4,79	4,78	4,76	4,87
C	MDcer	6,16	5,8	7,34	7,32	7,33	5,71
C	MDcer	5,98	5,7	7,42	7,41	7,4	5,87
C	MDcer	5,31	5,55	6,45	6,46	6,43	5,54
PM	MDcer	5,38	5,47	5,66	5,7	5,69	5,77
PM	MDcer	5,14	5,33	5,09	5,12	5,09	5,1
PM	MDcer	5,11	5,49	5,36	5,35	5,33	5,65
PM	MDcer	4,7	4,53	4,71	4,69	4,71	4,68
PM	MDcer	5,29	5,12	5,13	5,14	5,16	5,17
PM	MDcer	5,18	5,18	5,21	5,22	5,2	5,17
PM	MDcer	5,42	5,24	5,43	5,4	5,42	9,91
PM	MDcer	5,42	5,57	5,41	5,41	5,43	5,54
PM	MDcer	4,37	4,34	4,38	4,35	4,38	4,4
M	MDcer	7,73	7,47	7,78	7,78	7,75	7,84
M	MDcer	7,5	7,22	7,29	7,3	7,28	7,39
M	MDcer	8,89	7,58	8,69	8,68	8,69	9,1
IC	VLcer	7,13	6,84	6,98	7,04	7,01	7,08
IC	VLcer	6,87	6,7	6,64	6,67	6,69	6,6
IC	VLcer	6,18	6,48	6,27	6,34	6,22	6,11
IC	VLcer	6,7	6,56	6,61	6,71	6,68	6,45
IL	VLcer	6	6,04	6,04	6,05	6,02	6,09
IL	VLcer	5,7	5,93	5,87	5,89	5,92	6,11
C	VLcer	8,15	8,32	8,21	8,2	8,19	8,21
C	VLcer	7,53	7,36	7,51	7,53	7,52	7,54
C	VLcer	7,23	7,44	7,19	7,17	7,21	7,27
PM	VLcer	8,04	7,84	7,88	7,83	7,86	7,92
PM	VLcer	9,86	9,71	9,83	9,79	9,82	5,25
PM	VLcer	9,5	9,6	9,64	9,57	9,62	9,48
PM	VLcer	8,63	8,59	8,6	8,57	8,59	8,71
PM	VLcer	7,84	8,01	7,89	7,93	7,87	7,82
PM	VLcer	7,32	7,13	7,26	7,27	7,27	6,94
PM	VLcer	8,4	8,5	8,38	8,39	8,39	5,19
PM	VLcer	8,13	8,13	8,15	8,16	8,15	8,21
PM	VLcer	7,82	7,91	7,89	7,88	7,9	7,9
M	VLcer	10,21	9,85	9,87	9,86	9,87	9,94
M	VLcer	10,8	10,91	10,81	10,79	10,8	10,66
M	VLcer	7,96	9,09	8,71	8,73	8,69	8,45

BIBLIOGRAPHIE

Allendorf, F. W. (1986). *Heterozygosity and fitness in natural populations of animals. Conservation biology.* the science of scarcity and diversity, 57, 58-72.

BOËTSCH, G., & al., e. (04 janvier 2022). *Recherches en anthropologie démographique : le cas de populations restreintes.* CNRS Éditions,.

Bocquet-Appel, J. P. (1993). *Transmission familiale de la fécondité: le test d'un modèle (Arthez d'Asson, 1744-1890).* Population (french edition), 771-783.

CADOT S., M. J. (1990). *Etude descriptive et approche technique des incrustations dentaires dans le Mexique précolombien.* Odonto. Stomatol. Trop.42-51.

Caldwell, J. C. (1979). *Education as a factor in mortality decline an examination of Nigerian data.* Population studies 395-413.

Cann (R.L.), S. (. (1987). *Mitochondrial DNA and human evolution.* Nature 325, 31-36.

Cavalli-Sforza L, M. P. (1994). *The History and Geography of Human Genes.* Princeton: Princeton University Press,.

Cavalli-Sforza, L. L. (1988). *Reconstruction of human evolution: bringing together genetic, archaeological, and linguistic data. .* Proceedings of the National Academy of Sciences, 85(16), 6002-6006.

Collins, S. A. (2000). *Men's voices and women's choices. .* Animal behaviour, 60(6), 773-780.

D.F.R., B. (1940,). *Types of tooth mutilation found in Mexico.* Am. J. Phys. Anthropol.

Darwin, C. (1859). *The origin of species by means of natural selection .* Pub One Info.

Darwin, C. (1871). *Principles of sexual selection.*

E, H. (1995). *Genetic consequences of differential demographic behaviour in the Saguenay region.* Quebec: Am J Phys Anthropol 98(1): 1-11.

E, M. (1885). *Essai sur les mutilations ethniques.* Paris: Bull. Soc. Anthropol. .

FASTLICHT. (1971). *La Odontología en el México Prehispánico.* México: Talleres Edimex S.

Forster (P.), R. (. (2006). *Phylogenetic Methods and the Prehistory of Languages.* Cambridge: McDonald Institute for Archaeological Research, University of Cambridge.

GAYE F., K. A. (1995). *Esthétique bucco-dentaire en milieu traditionnel au Sénégal.* Odotol. Stomatol. Trop.

Gwatkin, D. R. (2000). *Socio-economic differences in health, nutrition, and population.* Washington: DC: World Bank.

H., D. (2006). *Le sourire : ses symboles et sa marque d'appartenance à une ethnie ou à un groupe social.* Reims: Thèse Chir. Dent.

H.R., P. (1969). *Les mutilations dentaires chez les peuples méso-américains.* Inf. Dent 51(47) : 4465 4479 .

L., F. (1972). *Sur le prognathisme artificiel des mauresques au Sénégal. .* Paris: Bull. Mem. Soc. Anthropol. 7 : 766-768 .

LABAJO GONZALES E., P. P. (2007). *Mutilacion dental : la cosmovision en la estética de la sonrisa.* Rev. Esc. Med. Legal. 6 : 4-14.

Laks. (2002). *Le comparatisme : de la généalogie à la génétique.* Languages 146 : 19-46.

Laks. (2006). *Origin and Evolution of Languages:Approaches, Models, Paradigms.* Londres: Equinox Publishing.

Luikart, G. &. (1998). *Empirical evaluation of a test for identifying recently bottlenecked populations from allele frequency data.* Conservation biology, 12(1), 228-237.

Lum (J.K.), C. (. (1998). *Mitochondrial and nuclear genetic relationships among Pacific Island and Asian populations.* American Journal of Human Genetics 63: 613-624.

M., B. (1924). *La signification véritable des mutilations dentaires ethniques et préhistoriques. .* Sem. Dent. 34 : 880-884.

M.H, S. (1913). *Precolumbian décoration of the teeth in Ecuador. With some account of the occurrence of the custom in other parts of north and south America. .* Am. Anthro. N. S. 15(3) : 377-394 .

Marth, G. T. (2004). *The allele frequency spectrum in genome-wide human variation data reveals signals of differential demographic history in three large world populations.* Genetics, 166(1), 351-372.

Maruyama, T. &. (1985). *Population bottlenecks and nonequilibrium models in population genetics. III. Genic homozygosity in populations which experience periodic bottlenecks.* Genetics, 111(3), 691-703.

Mayr, E. (1942). *Systematics and the Origin of Species. , .* New York: Columbia University Press.

Novembre, J. &. (2008). *Interpreting principal component analyses of spatial population genetic variation. .* Nature genetics, 40(5), 646-649.

O.Wilson, J. (1981). *Genes, Mind and Culture: The Coevolutionary Process.* boston: (Harvard University Press).

Ohala, J. (1983). *The origin of sound patterns in vocal tract constraints in The production of speech .* New York: Springer.

O'Grady (R.T.), G. (. (1989). *Genes and tongues.* Science 243: 1651.

Pietro., S. (1985). *Le Système des échanges matrimoniaux à Nias.* L'Homme, tome 25 n°94. pp. 97-116.

Provine. (2004). *Ernst Mayr: Genetics and speciation. .* Genetics 167(3): 1041- 1046.

Ruhlen. (1987). *A Guide to the World's Languages.* Stanford: Stanford University Press.

S., F. (1948). *Tooth mutilations in pre-Columbian Mexico. .* J. Am. Dent. Assoc , 36(3) : 315-323.

Sokal (R.R.). (1988). *Genetic, geographic, and linguistic distances in Europe,.* Proceedings of the National Academy of Sciences, USA, 85: 1722-1726.

Szulmajster-Celnikier. (2006). *La question de l'origine des langues : vaine quête du Graal ? Marges linguistiques.*

Tajima, F. (1989). *DNA polymorphism in a subdivided population: the expected number of segregating sites in the two-subpopulation model.* Genetics, 123(1), 229-240.

THOMAS J.M.C., B. S. (2004). *Encyclopédie des pygmées Aka: techniques, langage et société des chasseurs-cueilleurs de la forêt centrafricaine (Sud-Centrafrique et Nord-Congo).* Ed. Peeters Publishers,.

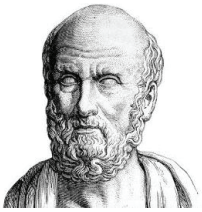
THOMPSON, E. A. (1978). *Probability of founder effect in a tribal population. .* Proceedings of the National Academy of Sciences, vol. 75, no 3, p. 1442-1445.

V, C. G. (2003). *Les mutilations dentaires en extrême orient, teintures et laquages .* Paris : Thèse Chir. Dent. .

Watterson, G. A. (1984). *Allele frequencies after a bottleneck. .* Theoretical Population Biology, 26(3), 387-407.

Wood (E.T.), S. (.-B. (2005). *Contrasting patterns of Y chromosome and mtDNA variation in Africa: evidence for sex-biased demographic processes.* European Journal of Human Genetics 13: 867-876. .

Wright. (1931). *Evolution in Mendelian Populations.* Genetics volume 16, pages 97–159.



SERMENT MEDICAL

En présence des Maîtres de cette Faculté, de mes chers condisciples, devant l'effigie d'HIPPOCRATE.

Je promets et je jure, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine Dentaire.

Je donnerai mes soins à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail, je ne participerai à aucun partage clandestin d'honoraires.

Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, de parti ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Même sous la menace, je n'admettrai pas de faire usage de mes connaissances médicales contre les lois de l'humanité.

J'informerai mes patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des connaissances pour forcer les consciences.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission.

Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leur père.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois déshonoré et méprisé de mes confrères si j'y manque.

Ait-Damou Morad - Variabilité génétique et morphologie dentaire, apport de l'empreinte optique.

Th. : Chir. dent. : Marseille : Aix-Marseille Université : 2022

Rubrique de classement : Prothèse

Résumé :

Les populations ont une histoire qui s'étend sur des milliers d'années, impliquant des échanges entre différentes régions. Le résultat de ces échanges est une population avec une grande diversité, tant culturelle que biologique. Cette diversité se manifeste à plusieurs niveaux, de la génétique à la perception directe que nous pouvons avoir des personnes autour de nous. De nos jours, le développement de la caméra optique dentaire constitue un outil pour enregistrer la diversité morphologique dentaire au sein des populations. L'étude de cette diversité au travers de la biométrie dentaire a des retombées majeures pour l'anthropologie du vivant, funéraire et la médecine. Cependant, il nous a paru intéressant d'évaluer la camera optique dentaire afin de savoir si les informations sont suffisamment fiables et exploitables. L'étude odontométrique réalisée sur un échantillon de 20 dents humaines nous montre qu'il n'existe pas de différences significatives entre les mesures réalisées avec une caméra optique et un pied à coulisse.

Mots-clés :

Biométrie dentaire, variabilité génétique, diversité culturelle, camera optique, pied à coulisse

Ait-Damou Morad - Genetic variability and dental morphology, contribution from the optical camera.

Abstract:

People have a history spanning thousands of years, involving exchanges between different regions. The result of these exchanges is a population with a great diversity, both cultural and biological. This diversity manifests itself on several levels, from genetics to the direct perception we can have of the people around us. Nowadays, the development of the dental optical camera is a tool for recording dental morphological diversity within populations. The study of this diversity through dental biometrics has major implications for the anthropology of living, funerary, medicine. However, we found it interesting to evaluate the dental optical camera to see if the information is sufficiently reliable and usable. The odontometric study carried out on a sample of 20 human teeth, shows that there are no significant differences between the measurements made with an optical camera and a caliper.

Keywords :

Dental biometrics, genetic variability, cultural diversity, optical camera, caliper.