



HAL
open science

Cément acellulaire à fibres extrinsèques et dents de sagesse incluses : approche expérimentale

Poehei Lehartel

► **To cite this version:**

Poehei Lehartel. Cément acellulaire à fibres extrinsèques et dents de sagesse incluses : approche expérimentale. Sciences du Vivant [q-bio]. 2019. dumas-02089973

HAL Id: dumas-02089973

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02089973>

Submitted on 4 Apr 2019

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.

U.F.R. D'ODONTOLOGIE

Année 2019

Thèse n° 23

THÈSE POUR L'OBTENTION DU

**DIPLÔME D'ÉTAT de DOCTEUR EN CHIRURGIE
DENTAIRE**

Présentée et soutenue publiquement

Par LEHARTEL Poehei

Née le 18 Septembre 1990 à Papeete

Le 22 mars 2019

**CÉMENT ACELLULAIRE À FIBRES EXTRINSÈQUES ET
DENTS DE SAGESSE INCLUSES**

Approche expérimentale

Sous la direction du Dr. Christophe BOU

Membres du jury:

Mme BOILEAU Marie-José

Présidente

Mr BOU Christophe

Directeur

Mr Johan SAMOT

Rapporteur

Mme Marie Cécile BADET

Assesseur

Président M. TUNON DE LARA Manuel

Directeur de Collège des Sciences de la Santé M. PELLEGRIN Jean-Luc

COLLEGE DES SCIENCES DE LA SANTE UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE DES SCIENCES ODONTOLOGIQUES

Directrice	Mme BERTRAND Caroline	58-01
Directeur Adjoint à la Pédagogie	Mr DELBOS Yves	56-01
Directeur Adjoint – Chargé de la Recherche	M. FRICAIN Jean-Christophe	57-01
Directeur Adjoint – Chargé des Relations Internationales	M. LASSERRE Jean-François	58-01

ENSEIGNANTS DE L'UFR

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

Mme	Caroline	BERTRAND	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Marie-José	BOILEAU	Orthopédie dento-faciale	56-01
M	Sylvain	CATROS	Chirurgie orale	57-01
M	Raphaël	DEVILLARD	Odontologie restauratrice et endodontie	58-01
Mme	Véronique	DUPUIS	Prothèse dentaire	58-01
M.	Bruno	ELLA NGUEMA	Sciences anatomiques et physiologiques - Biomatériaux	58-01
M.	Jean-Christophe	FRICAIN	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-01

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

Mme	Elise	ARRIVÉ	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mme	Cécile	BADET	Sciences biologiques	57-01
M.	Etienne	BARDINET	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Michel	BARTALA	Prothèse dentaire	58-01
M.	Cédric	BAZERT	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Christophe	BOU	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mme	Sylvie	BRUNET	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-01
M.	Jacques	COLAT PARROS	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
M,	Jean-Christophe	COUTANT	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
M.	François	DARQUE	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	François	DE BRONDEAU	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Yves	DELBOS	Odontologie pédiatrique	56-01
M,	Emmanuel	D'INCAU	Prothèse dentaire	58-01
M.	Dominique	GILLET	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M.	Jean-François	LASSERRE	Prothèse dentaire	58-01
M.	Yves	LAUVERJAT	Parodontologie	57-01
Mme	Odile	LAVIOLE	Prothèse dentaire	58-01
M.	Jean-Marie	MARTEAU	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-01
Mme	Javotte	NANCY	Odontologie pédiatrique	56-01
M.	Adrien	NAVEAU	Prothèse dentaire	58-01
M.	Jean-François	PELI	Odontologie restauratrice – Endodontie	58-01
M.	Philippe	POISSON	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02

M.	Patrick	ROUAS	Odontologie pédiatrique	56-01
M.	Johan	SAMOT	Biologie Orale	57-01
Mme	Maud	SAMPEUR	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Cyril	SEDARAT	Parodontologie	57-01
Mme	Noélie	THEBAUD	Sciences biologiques	57-01
M.	Eric	VACHEY	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01

AUTRES ENSEIGNANTS

Mme	Audrey	AUSSEL	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
Mme	Elsa	GAROT	Odontologie pédiatrique	56-01

ASSISTANTS

Mme	Mathilde	BOUDEAU	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M.	Wallid	BOUJEMAAZZI	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
Melle	Camille	BOULÉ-MONTPEZAT	Odontologie pédiatrique	56-01
Mlle	Anaïs	CAVARE	Orthopédie dento-faciale	56-01
M	Hubert	CHAUVEAU	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M,	Jean-Baptiste	CULOT	Fonctions/dysfonctions, imagerie, biomatériaux	58-01
M	Pierre-Hadrien	DECAUP	Fonctions/dysfonctions, imagerie, biomatériaux	58-01
Mme	Severine	DESCAZEAX	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
Mme	Julia	ESTIVALS	Odontologie pédiatrique	56-01
M.	Cédric	FALLA	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mme	Mathilde	FENELON	Chirurgie Orale	57-01
Mme	Agathe	GREMARE	Biologie orale	57-01
M	Mickaël	HYVERNAUD	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Clémence	JAECK	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Mathilde	JACQUEMONT	Parodontologie	57-01
Mme	Olivia	KEROUREDAN	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
Mme	Claudine	KHOURY	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mr	Antoine	LAFITTE	Orthopédie dento-faciale	56-01
M	Adrien	LASTRADE	Prothèse dentaire	58-01
M.	Emmanuel	MASSON REGNAULT	Chirurgie Orale	57-01
Mme	Marie	MÉDIO	Orthopédie dento-faciale	56-01
Mme	Aude	MENARD	Prothèse dentaire	58-01
M	Antoine	PEPELUT	Parodontologie	57-01
M	Florian	PITEU	Prothèse dentaire	58-01
Mr	Thibaut	ROULLAND	Prothèse dentaire	58-01
M.	François	ROUZÉ L'ALZIT	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Rawen	SMIRANI	Parodontologie	57-01
Mme	Sophia	ZIANE	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01

REMERCIEMENTS

A notre Présidente de thèse

Madame le Professeur Marie-José Boileau
Professeur des Universités – Praticien hospitalier
Sous-section Orthopédie dento-faciale 56-10

Je vous remercie de l'immense honneur que vous me faites en acceptant de présider le jury de cette thèse. J'ai su apprécier la qualité de votre enseignement et l'intérêt que vous portez aux étudiants. Je vous prie d'accepter, Madame, l'expression de ma sincère gratitude et l'assurance de mes sentiments respectueux.

A notre Directeur de thèse

Monsieur le Docteur Christophe Bou
Maître de conférences des Universités – Praticien Hospitalier
Sous-section Prévention épidémiologie, Économie de la santé, Odontologie légale 56-02

Je vous suis infiniment reconnaissante d'avoir accepté de diriger cette thèse, et de m'avoir proposé ce sujet. Il me tenait particulièrement à cœur de clôturer ces études en travaillant avec vous, et j'espère que vous serez fier du résultat.

Vous avez su m'aiguiller, m'encadrer et m'épauler tout au long de la réalisation de ce travail. Je vous remercie pour votre très grande disponibilité, votre patience et l'aide précieuse que vous m'avez apportés.

Ainsi que pour l'investissement et de l'engagement que vous avez accordé aux étudiants, dont j'ai fait partie. J'ai eu la chance d'avoir été votre « binôme » durant une année, et je garde un souvenir précieux de mon premier patient à qui, grâce à votre aide, j'ai réalisé ma première extraction.

Veillez trouver dans ce travail l'expression de ma gratitude et de mon profond respect.

A notre Rapporteur de thèse

Monsieur le Docteur Johan SAMOT
Maître de conférence des Universités – Praticien Hospitalier
Sous-section Biologie Orale 57-01

Je vous remercie vivement de l'honneur que vous me faites d'accepter de juger cette thèse en tant que rapporteur.

J'ai pu profiter, lors de mes vacances hospitalières à Saint André, de vos enseignements cliniques, vos conseils avisés et votre gentillesse, et je vous en suis reconnaissante.

Veillez trouver ici le témoignage de mes sincères remerciements.

A notre Assesseur

Madame le Docteur Marie-Cécile BADET
Maître de conférences des Universités – Praticien Hospitalier
Sous section Biologie Orale 57-01

*Je vous suis très reconnaissante d'avoir eu la gentillesse de bien vouloir siéger dans ce jury.
Je vous remercie pour votre pédagogie et la sympathie que vous m'avez accordée durant mes
années d'étude notamment lors de mes vacances hospitalières à Saint André.
Veuillez trouver ici le témoignage de mon estime et de ma gratitude.*

Remerciements personnels :

A mes chers parents,

Je vous suis reconnaissante pour l'amour inconditionnel que vous me portez chaque jour. Merci pour votre générosité et votre soutien sans faille. Vous m'avez transmis de belles valeurs, dont celle du travail, et c'est grâce à vous (et on sait qui) que j'en suis là aujourd'hui. C'est pourquoi je vous dédie ce travail. Je ne vous remercierais jamais assez pour la vie que vous m'avez offerte. Je vous aime d'un amour infini.

A ma maman,

la femme que j'admire le plus au monde. Toi qui a su faire de notre maison un foyer rempli d'amour et de bienveillance. Tu es une mère en or, qui as toujours œuvré pour que ses enfants aient une belle enfance, une belle vie...

Notre relation mère-fille est si précieuse à mes yeux. Toujours à l'écoute, tu m'as sans cesse encouragé, épaulé et réconforté en trouvant les mots justes. Je te serais éternellement reconnaissante.

Tu es mon exemple et je suis si fière d'avoir une mère comme toi. Je t'aime maman chérie.

A mon papa,

mon plus grand supporter. Je me rends compte de la chance que j'ai de t'avoir dans ma vie. Tu es un phénomène, c'est sûr... tu m'as tellement manqué durant ces dernières années. Toujours de bonne humeur, jamais la langue dans sa poche, « comique avec un air jovial » haha ! Tu sais transformer les instants les plus simples en moments de qualité. Merci d'être là pour moi, de prendre soin de moi, de m'encourager et de me pousser toujours plus loin. Je t'aime pour tout ce que tu es mon papa d'amour.

A Manoa,

mon petit Manoazelle, phénomène n°2 de la famille. Sous ta carapace de « sale gosse » se cache un petit frère tout doux. Même si ça me fait mal de le dire, je sais que tu es le plus gentil de nous deux haha ! J'aurais aimé passer ces dernières années à tes côtés pour te voir grandir, mais sache que mes pensées et mon cœur étaient avec de toi. On se rattrapera bientôt, tu ne pourras plus te débarrasser de ta grande sœur Adorée gnahaha ! Je crois en toi, et sache que je serais toujours là pour toi.

Je t'aime mon frère.

A ma mamie,

je te remercie d'avoir été pour moi une grand-mère pleine d'amour, de gentillesse et de joie de vivre.

Merci pour tous ces moments passés ensemble et ces bons plats (gargantuesques haha !) que tu nous prépares chaque samedi. Je te suis reconnaissante pour le précieux soutien que tu m'as apporté et j'espère que tu es fière de ton Teheiura !

Je t'aime mamie.

A mon pèpère et à la mémoire de mama,

mama qui était toujours plein d'entrain, et mon pèpère si doux et gentil, je vous suis reconnaissante pour votre soutien. Malgré la distance, je sais que vous avez toujours une pensée pour votre petite fille chez les popa'a.

Merci aussi pour tous ces souvenirs d'enfance. L'époque où avec tous les cousins on s'inventait des mondes différents chaque fois qu'on venait chez vous. Je vous aime.

A tita et sa famille,
ma tatie Tita, tu es comme une grande sœur pour moi. Je te remercie d'avoir été là à chaque étape de ma vie. Je t'aime.

Merci à Jeremy, de rendre heureuse ma Tita. Merci aussi pour ton humour (avec tes supers blagues du samedi), et surtout les cours de maths sans lesquels je ne serais peut-être pas ici !

Et aux deux petits de nous amener de la mignonnerie chaque samedi haha !

A ma sœur, mes taties, tontons, cousins et cousines,
qui me soutiennent de loin avec confiance, je vous en remercie.

A Tam,
tu as été mon pilier durant toute cette aventure Bordelaise. J'ai profité pleinement de cette vie à la française grâce à toi et ton âme d'aventurier. Nous avons expérimenté tant de nouvelles choses, découvert de nouveaux horizons, goûté de nouvelles saveurs et tout ça, ensemble. Ces années passées à tes côtés ont été merveilleuses.

Je te remercie de m'avoir suivi jusqu'ici, car sans toi, je n'aurais pas réussi de la même manière. Tu as rendu tout ça tellement plus facile et agréable. Ta seule présence était d'un grand réconfort.

Merci d'être à mes côtés chaque jour, d'égayer mes journées, de m'accompagner dans mes crises de gourmandises, de me consoler quand j'en ai besoin, de prendre soin de moi tout simplement...

A Vaheana,
mon amie de toujours. On se connaît depuis la CE1, et depuis on ne s'est jamais quittée. Des cahiers d'amitié aux apéros dînatoires Bordelais, on est passé par tellement de choses ; les soirées pyjama chez l'une (et pas chez l'autre #bébéla), les premiers trips, nos petites histoires d'amour, et tant d'autres souvenirs...Je te remercie d'avoir toujours été présente, dans les bons moments comme dans les mauvais. Sache que petit pua'a sera toujours là pour son pa'ihu.

A mes Taish,
ma famille Bordelaise. Sans vous ma vie en France aurait été beaucoup moins drôle. C'est en partie grâce à vous que j'ai pu tenir la distance. Je vous remercie pour toutes ces années de bonheur passées ensemble et ces bons souvenirs ; here we go there we go à Amsterdam, le palais de la Duch à Barça, nos soirées chill grinch jeux où c'est la compèt asf', nos fous rires, nos pétages de bide avec nos grosses bouffes, nos grosses soirées où certains talents se dévoilent, nos voyages, nos surnoms et j'en passe...

Et comme dans chaque famille on a aussi nos traditions : la raclette devant miss France, le WE ski à Miage avec notre Légende, les Noël entre copains... On a tous évolué depuis notre première année, et j'en suis fière. Je vous souhaite à tous de réussir et surtout je vous souhaite d'être heureux.

A Chris,
Toujours le smile et le positive mind. Mauru'uru pour toutes ces balades, ces binouzes au sunset et ta bonne humeur !

A Leilanie,
on se connaît depuis peu, mais il y a déjà une grande entente entre nous. Tu m'as témoigné un précieux soutien durant cette dernière ligne droite et je t'en suis profondément reconnaissante. J'espère que ce n'est que le début d'une longue aventure...

A tous mes ami(e)s de Tahiti,
merci pour votre soutien. Ma Piss piss chérie, ma fidèle et meilleure amie. Avec qui un regard suffit pour se comprendre et souvent partir en fou rire. Merci pour tous ces moments partagés qui ont fait de mon enfance et adolescence des périodes magiques ! E mihi au ia oe ta'u hoa iti e. Merci aussi à la belle Ariirau avec qui j'ai hâte de faire bronzette à Bora, ainsi qu'à ma petite Itia pour m'avoir donné le goût du surf. Merci à Nanihi, Tepoe, Vaihere, Phoebee, Heiarii, Loic, Puatea, Stéphane, Vicky, Lyse, Marae, Maui, Donovan Cassie et à tous les autres.

A Jennyfer, Maureen, Samantha,
mon trio de choc ! Les filles vous avez été d'un soutien sans nom pour moi. Je sais que je peux toujours compter sur vous ; c'est ça l'amitié !
Je suis heureuse et vous remercie d'avoir passé ces années à mes côtés. En souvenir de nos galères en tp, galères à l'hosto, galères en rempla haha ! mais aussi à tous nos bons moments ; les concerts, le voyage à Londres, les pauses shopping, déjeuner, goûter, diner haha !
Merci d'être entrées dans ma vie. On se donne rendez-vous sur l'île de chacune, obligé !

A Adeline, Noëllie, Sophie,
je suis heureuse d'avoir fait de si belles rencontres. Merci d'avoir partagé ces années d'études remplies de bons moments. Je vous souhaite le meilleur pour la suite, et surtout je vous attends à Tahiti !

A Marielle,
une amie qu'il faut avoir près de soi. Toujours de bonne humeur, hyper positive (même dans les pires moments), et sacrément marrante. Critique culinaire dans une vie antérieure haha ! Rendez-vous en Guadeloupe pour goûter ces fameux lambi !

A Elena, Margaux et Nina,
je regrette de ne pas vous avoir connues plus tôt ! Vous êtes des filles pleines de peps et d'humour. En souvenir de nos WE au pays Basque.

A Martine Saint Marc,
merci d'avoir été présente et de m'avoir soutenue pendant toutes ces heures passées au labo.

A Benoît Cros,
qui m'a sauvé de toutes mes galères informatiques. Je te remercie pour ton aide et tes encouragements.

Aux Dr. Antoine Barthe, Dr. Camille Patriarche et aux filles,
merci de m'avoir fait confiance pour mon premier remplacement, pour tous ceux qui ont suivi, et pour cette future collaboration. Je vous adresse toute ma sympathie.

Au Dr. Raymond, au Dr. Durut, à Valérie, Pascale et Stéphanie.
vous m'avez accueilli au sein de votre cabinet, et je tiens à vous remercier pour cela, ainsi que pour votre pédagogie, votre gentillesse et les moments de partage.

Table des matières

INTRODUCTION.....	11
PARTIE I : ÉTAT DES CONNAISSANCES.....	12
1. LE CÉMENT.....	12
1.1. Définition.....	12
1.2. Classification.....	13
1.3. Caractéristiques des types de ciment.....	14
1.4. Le ciment acellulaire à fibres extrinsèques (CAFE).....	17
1.4.1. Définition.....	17
1.4.2. Formation du ciment acellulaire à fibres extrinsèques.....	17
1.4.3. Structure.....	22
1.5. Composition du ciment.....	24
1.5.1. Phase minérale.....	25
1.5.2. Phase organique.....	25
2. CEMENTOCHRONOLOGIE.....	26
2.1. Méthodes d'estimation de l'âge.....	26
2.2. Estimation de l'âge par cémentochnologie.....	27
2.2.1. Historique.....	27
2.2.2. Définition.....	28
2.2.3. Avantages.....	29
2.2.4. Inconvénients.....	30
2.3. Cémentochnologie, CAFE et dents incluses.....	30
PARTIE II : TRAVAIL EXPÉRIMENTAL.....	32
1. BUT DE L'ÉTUDE.....	32
2. MATÉRIELS ET MÉTHODES.....	32
2.1. Échantillonnage.....	32
2.1.1. Description de l'échantillon.....	32
2.1.2. Critères de sélection.....	32
2.1.3. Collecte.....	33
2.2. Anonymisation.....	34
2.2.1. Tableau d'anonymat et archivage des données patient.....	34
2.2.2. Conditionnement.....	34
2.3. Identification photographique.....	35
2.3.1. Objectif.....	35
2.3.2. Protocole.....	35
2.4. Fragmentation.....	37
2.4.1. Détermination de l'axe de fragmentation.....	37
2.4.2. Mise en œuvre.....	37
2.4.3. Difficultés.....	38
2.5. Phase d'inclusion.....	39
2.5.1. Sélection des échantillons à inclure.....	39
2.5.2. Protocole d'inclusion.....	40
2.6. Angulation des blocs de résine.....	42
2.6.1. Scanner numérique des blocs.....	43
2.6.2. Calcul de l'angle α	44
2.6.3. Meulage du bloc.....	45
2.7. Section des dents.....	45
2.8. Montage sur lame.....	46
2.9. Polissage.....	47
2.10. Observation au microscope optique.....	48
2.11. Protocole 2 :.....	49

2.12. Analyse.....	50
3. PRÉSENTATION ET ANALYSE DES RÉSULTATS.....	52
3.1. Validité et comparaison des deux protocoles.....	52
3.2. CAFE et dents incluses.....	60
DISCUSSION.....	63
CONCLUSION.....	65
BIBLIOGRAPHIE.....	66
ANNEXE.....	71

INTRODUCTION

Aujourd'hui, la détermination de l'âge est une procédure jouant un rôle très important en anthropologie, en archéologie et en médecine légale lorsqu'il faut déterminer l'identité d'une personne.

Grâce à la résistance des dents, l'estimation de l'âge à partir des structures dentaires se révèle d'une aide précieuse dans tout processus d'identification de personnes.

Parmi les trois tissus dentaires minéralisés, le ciment se dépose lentement tout au long de la vie sur la surface radiculaire. Un type de ciment en particulier, le ciment acellulaire à fibres extrinsèques (CAFE), se dépose en continue, de manière périodique apparaissant sous forme d'anneaux cémentaires. Un anneau, constitué d'une bande sombre et d'une bande claire, se déposerait chaque année.

La cémentochronologie, méthode histologique, se base sur le comptage des lignes incrémentales du CAFE pour estimer l'âge au décès d'un individu. Il s'agit d'ajouter le nombre total d'anneaux cémentaires, à l'âge d'éruption de la dent, pour estimer l'âge chronologique de la personne.

De nombreux points de la cémentogénèse et cémentochronologie, font encore l'objet de débats, en particulier, les conditions de mise en place du CAFE. Certaines études associent la fonction à l'apposition des couches cémentaires, tandis que d'autres rejettent cette théorie.

Dans le cadre de ce travail, nous allons tenter de mettre en évidence la présence de couches cémentaires du CAFE sur des dents incluses, n'ayant eu aucune évolution d'éruption sur l'arcade avec mise en occlusion et participation au processus masticatoire.

PARTIE I : ÉTAT DES CONNAISSANCES

1. LE CÉMENT

1.1. Définition

L'origine du mot ciment provient du mot latin *caementum* qui signifie « pierre brute, pierre non taillée » (1).

Le terme « ciment » désigne l'ensemble des tissus conjonctifs minéralisés retrouvés sur la surface externe de la racine d'une dent ainsi que sur certaines zones de l'émail (2). En raison de sa position intermédiaire entre la dentine radriculaire et le ligament parodontal (3), le ciment est à la fois un composant de la dent même et appartient fonctionnellement au parodonte (4) (**Figure 1**).

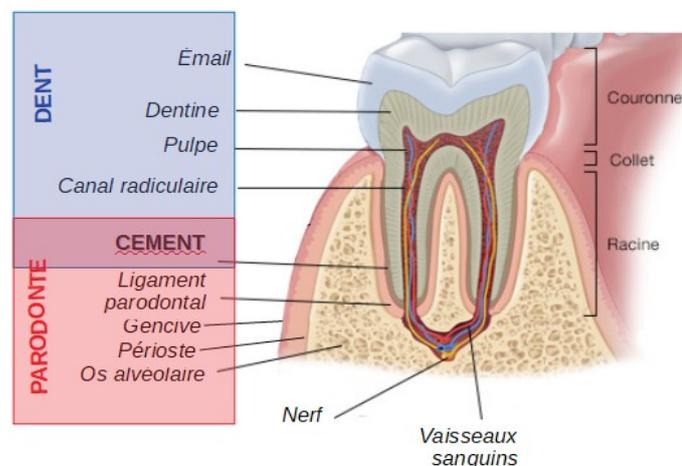


Figure 1 : Place du ciment entre deux unités fonctionnelles : la dent et le parodonte (Crédit Poehei Lehartel).

Ainsi, sa principale fonction est de connecter le ligament parodontal à la dent, par l'ancrage d'une des extrémités des fibres parodontales dans sa matrice tandis que l'autre extrémité se situe dans l'os alvéolaire. Les portions incluses de ces fibres de collagènes sont appelées fibres de Sharpey (5).

Outre son rôle indispensable dans le maintien de la dent au sein de son alvéole osseuse, le ciment a également des fonctions adaptatives et réparatrices. Les caractéristiques dynamiques et réactives du ciment jouent un rôle crucial dans le maintien de la relation occlusale et de l'intégrité de la surface radriculaire (5).

Le ciment constitue une couche ininterrompue, d'épaisseur variable, qui recouvre la dentine radriculaire depuis l'apex à la couronne (6). Son épaisseur ; est maximale à l'apex où elle atteint plusieurs microns (150-200 μm), élevée au niveau des furcations radiculaires et s'amincit en remontant vers le collet (20-50 μm) (1,6).

Ce tissu conjonctif spécialisé présente de nombreuses analogies (structure et composition) avec l'os compacte (3), pour lequel il a d'ailleurs été confondu à une époque (« cortical osseux » de Tenon) (6). Cependant on note l'absence d'innervation et de vascularisation du ciment (6). De ce fait, il est plus résistant à la résorption et ne subit aucun remodelage (1). Néanmoins, il continue de croître tout au long de la vie par dépôt successif et continu de couches cémentaires (3) et ainsi adapte sa structure aux exigences fonctionnelles (7).

1.2. Classification

Les premiers travaux histologiques menés par Shamamine (1910), Dewey (1926), et Konfrelid (1938) ont permis de distinguer deux types de ciment au niveau des racines humaines : le ciment acellulaire et le ciment cellulaire (8).

Plus tard, le ciment afibrillaire, une autre variété inconstante dépourvue de fibres de collagène, fut découverte sur certaines zones de l'émail et à proximité du collet de certaines dents humaines (9,10).

Plusieurs classifications cémentaires ont été proposées, mais aujourd'hui la classification internationale de référence est celle de Schroeder (1992) (11) (**Tableau 1**).

On distingue cinq types de ciments :

- le ciment acellulaire afibrillaire,
- les ciments cellulaires à fibres extrinsèques ou intrinsèques,
- le ciment cellulaire à fibres intrinsèques
- le ciment mixte

Termes	Abréviation	Composants organiques	Localisation	Fonction
Ciment Acellulaire et Afibrillaire	CAA	Matrice homogène Pas de cellule Pas de fibrilles de collagène	Jonction émail-dentine Émail	Inconnue
Ciment Acellulaire à Fibres Extrinsèques	CAFE	Fibrilles de collagène organisées en fibres de Sharpey Pas de cellule	De la partie cervicale jusqu'au milieu de la racine	Attache
Ciment Cellulaire à Fibres Intrinsèques	CCFI	Fibrilles et fibres de collagène intrinsèques Cémentocytes	Surfaces radiculaires apicales et inter radiculaires Lacunes de résorption Fractures	Adaptation Réparation
Ciment Acellulaire à Fibres Intrinsèques	CAFI	Fibrilles et fibres de collagène intrinsèques Pas de cellule	Surfaces radiculaires apicales et inter radiculaires	Adaptation
Ciment Cellulaire Mixte Stratifié (CAFE+CCFI+CAFI)	CCMS	Fibrilles et fibres de collagène intrinsèques Fibrilles de collagène organisées en fibres de Sharpey Cémentocytes	Surfaces radiculaires apicales et inter radiculaires	Adaptation Attache

Tableau 1 : Classification de Schroeder (1992)

1.3. Caractéristiques des types de ciment

Les variétés de ciment diffèrent par leur emplacement, leur structure, leur fonction, le taux de formation, leur composition chimique et degré de minéralisation (5).

◆ Ciment acellulaire afibrillaire (CAA)

Le ciment acellulaire afibrillaire initialement nommé « a cuticle » se dépose en général sur de petites zones d'émail au niveau de la jonction amélo-cementaire (JEC), voir sur la dentine adjacente (12), sous forme d'éperons ou d'îlots (13). Toutefois, il peut exister des variations topographiques d'une dent à l'autre et/ou autour d'une même dent le long de la JEC (14,15).

Il peut également être recouvert par du ciment acellulaire à fibres extrinsèques (CAFE) ou de l'épithélium de jonction.

Le CAA se forme après la fin de la maturation pré-éruptive de l'émail et éventuellement pendant l'éruption par des cellules encore non identifiées (13).

Sa structure apparaît similaire à la matrice interfibrillaire du CAFE et ne contient ni fibrille de collagène ni cellule (5,13). Il présente un aspect stratifié, avec des couches de différentes textures ; granulaires ou réticulaires (13). Ses principaux composants structuraux organiques, sont les glycosaminoglycanes, des minéraux et des cristaux d'hydroxyapatite (15).

Sa fonction reste encore inconnue (16) et l'absence de fibrilles de collagène l'exclue du rôle d'ancrage de la dent (4). Il ne constitue pas un tissu indispensable en raison de sa présence aléatoire (13).

◆ Ciment cellulaire à fibres intrinsèques (CCFI)

Le ciment cellulaire à fibres intrinsèques s'observe au niveau des furcations, de l'apex, des fractures radiculaires et dans les anciennes lacunes de résorption.

Il contient des cellules incorporées dans une matrice composée de fibres de collagène intrinsèques parallèles à l'axe de la racine (16).

Le CCFI se forme avant et après l'éruption dentaire mais avec une phase de formation primaire très courte (13).

Les cémentoblastes déposent la matrice cémentaire et les fibres collagéniques intrinsèques au contact de celles de la matrice dentinaire. Peu de temps après, la minéralisation débute et

progresses très rapidement sur l'ensemble de la matrice. Une nouvelle rangée de cémentoblastes se positionnent et sécrètent de la matrice cémentoïde sur les cémentoblastes qui n'ont pas eu le temps de reculer face à leur propre dépôt. D'autres cémentoblastes, sans polarisation sécrétoire, se trouvent piégés dans leur propre matrice qui se minéralise.

Ces différents types de cémentoblastes se transforment alors en cémentocytes occupant des lacunes intracémentaires appelées « cémentoplastes » à l'aspect arachnoïde (ovoïde avec des canalicules rayonnant en périphérie) (13,17–19).

Ce tissu d'adaptation joue un rôle important en maintenant la dent dans une position adaptée, et en participant au processus de réparation (18).

Seul le CCFI peut réparer une résorption radiculaire dans un délai raisonnable, et ce, en raison de sa capacité à croître beaucoup plus vite que n'importe quel autre type de ciment (18). C'est le ciment de réparation. Par contre, il n'a pas de fonction immédiate dans la fixation dentaire (5).

◆ **Ciment acellulaire à fibres intrinsèques (CAFI)**

Le ciment acellulaire à fibres intrinsèques est rare et se localise, quand il est présent, dans les zones semblables à celles du CCFI (surtout sur les portions apicales et inter-radiculaires). Il correspond à un CCFI spécialisé ; il se forme durant les mêmes périodes et selon le même principe mais plus lentement et/ou déposé selon un mode sécrétoire polarisé (13).

Chez l'Homme, ce ciment s'établit sur une bande de 200-300 μm de longueur pendant la rhizogénèse. La couche initiale formée a été appelée couche superficielle de dentine radiculaire, couche interne de ciment ou ciment intermédiaire.

Comme son nom l'indique, il ne contient pas de cellule mais des fibres de collagène intrinsèques. Il a une épaisseur de 15 μm environ et a essentiellement un rôle adaptatif (19).

◆ **Ciment acellulaire à fibres extrinsèques (CAFE)**

Le ciment acellulaire à fibres extrinsèques est le ciment le plus intéressant en terme de datation pour les individus et de saisonnalité pour les animaux. Il fera l'objet d'une description plus détaillée dans la partie suivante, car c'est sur ce ciment que portera exclusivement l'étude (20).

◆ Cément cellulaire mixte stratifié (CCMS)

Le cément cellulaire mixte stratifié est composé de trois types de cément, qui, de manière aléatoire se dépose par couches alternatives de CAFE et CAFI/CCFI.

Il est situé principalement sur le tiers apical de la racine, dans la zone de furcation (16) mais aussi le long de la face interne des racines de dents pluriradiculées.

Il est organisé en couches verticales ou horizontales par rapport à la surface radiculaire en fonction du type fibrillaire du cément. Cette structure augmente la résistance dans ces deux axes par rapport aux forces de mastication.

Il se forme plus rapidement (dépôt 30 fois plus rapide) que le CAFE, mais de manière irrégulière. Le type de cément qui apparaît le premier diffère d'une région à une autre. Si une partie est recouverte par du CAFE, alors cette portion seulement, aura une fonction d'ancrage alvéolaire (13).

Les théories sur la formation de ce cément divergent . Certains auteurs suggèrent que les forces masticatrices sont nécessaires, alors que d'autres montrent son existence sur des dents incluses ou sans antagoniste (21).

Le CCMS a une fonction adaptative. En effet, il sert à remodeler la surface radiculaire afin de compenser la dérive physiologique et le déplacement non physiologique des dents dans leurs alvéoles (5) (**Figure 2**).

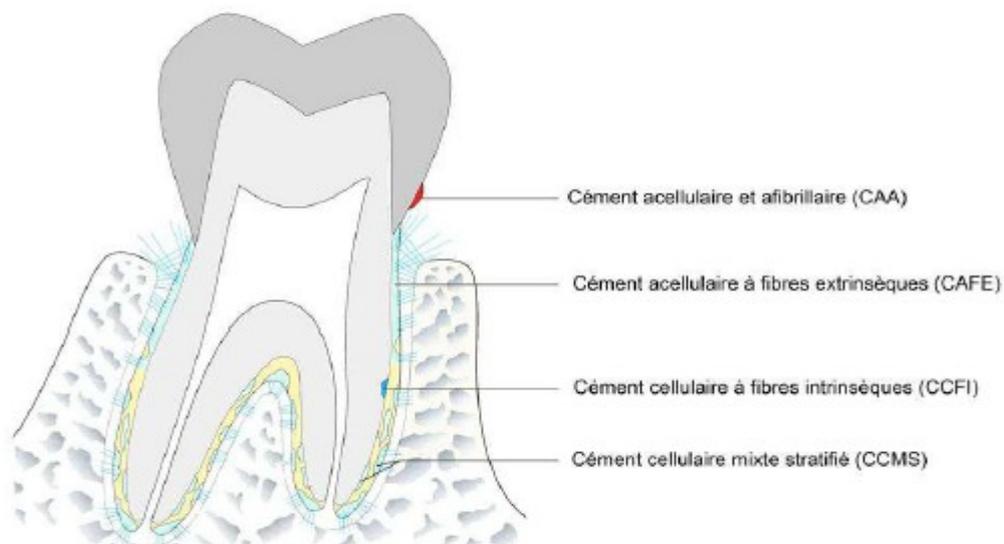


Figure 2 : Localisation des différentes variétés de cément (22)

1.4. Le ciment acellulaire à fibres extrinsèques (CAFE)

1.4.1. Définition

Le ciment acellulaire à fibres extrinsèques, également désigné sous le nom de ciment primaire, occupe principalement les portions cervicales et moyennes des racines permanentes et lactéales. L'extension du CAFE peut être différente en fonction du type de dent puisqu'elle augmente de la dent postérieure à la dent antérieure (5). En effet, il peut généralement couvrir 60 à 90 % de la longueur totale radiculaire des dents antérieures (allant parfois jusqu'au foramen), et s'étend du collet au deux-tiers de la racine des pluriradiculées (13,23).

Le CAFE débute sa formation avec l'édification radiculaire et perdure après l'éruption de la dent (20). Cette dernière est lente et régulière (2 à 4µm épaisseur /an), ce qui permet aux cémentoblastes de reculer devant leur dépôt évitant ainsi leur inclusion (13).

Le CAFE ne contient donc pas de cellule, mais se compose d'une frange dense de fibres collagéniques implantées dans le manteau prédentinaire et orientées perpendiculairement à la surface radiculaire (24). Lorsqu'elles s'allongent et entrent en continuité avec les fibres ligamentaires parodontales, on les appelle fibres de Sharpey (5). Le nombre important de fibres, 30000/mm², constitue la particularité structurale qui classe le CAFE comme élément essentiel du système d'attache de la dent à l'os alvéolaire. Il a par conséquent pour fonction exclusive d'ancrer la racine au ligament parodontal (4).

1.4.2. Formation du ciment acellulaire à fibres extrinsèques

◆ Rappels sur l'organogénèse dentaire

La cémentogénèse constitue une des phases de l'organogénèse dentaire et décrit le procédé par lequel le ciment est formé.

Le développement d'une dent comprend trois phases principales : la formation de la couronne, celle de la racine et la structuration des tissus de soutien.

La couronne est la première partie à se développer. Elle atteint sa taille finale lors du stade de la cloche grâce aux structures du germe dentaire existant à cet instant : l'organe de l'émail, la papille dentaire et le sac dentaire.

Le développement des racines ne débute qu'à partir du moment où les dimensions définitives de la couronne sont acquises. La formation de la racine et, par conséquent la cémentogénèse, peuvent alors s'amorcer.

◆ Édification radulaire

Au terme de la formation de la couronne, les deux assises de l'épithélium adamantin externe et interne de l'organe de l'émail sont réunies (entourées par deux membranes basales) au niveau de la zone de réflexion (ou boucle cervicale). Ces cellules formant une collerette au niveau cervical, impliquées dans la formation initiale de la racine, soutiennent alors une activité mitotique cellulaire continue. Pour les molaires ou prémolaires maxillaires, cette prolifération est inégale et génère des languettes qui vont fusionner et ainsi segmenter l'espace en deux ou trois parties en fonction de la future dent bi ou triradiculée (19) (**Figure 3**).

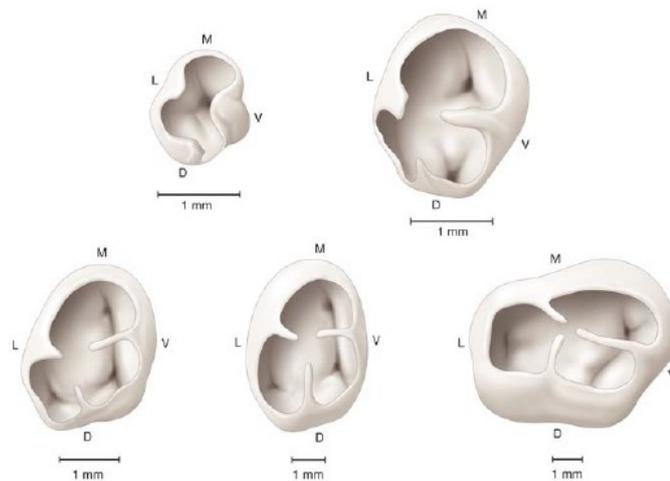


Figure 3: Individualisation des racines d'une molaire maxillaire. M : medial D : distal L : lingual V : vestibulaire (19)

La zone de réflexion poursuit sa croissance en direction apicale pour constituer ce que l'on appelle « la gaine épithéliale de Hertwig » (GEH) (5), avec à son extrémité « le diaphragme épithélial » futur foramen apical. La gaine épithéliale de Hertwig s'interpose entre deux zones : à l'intérieur, la papille dentaire, future pulpe radulaire, et à l'extérieur la couche interne du follicule dentaire (13).

Le développement radulaire se trouve sous la dépendance d'interactions impliquant la GEH et ses membranes basales, la papille ectomésenchymateuse et le follicule dentaire.

La première étape de la rhizagénèse est la dentinogénèse radulaire. Elle s'effectue selon un processus analogue à celui qui s'opère au niveau coronaire à la différence près, que l'induction en retour qui se produit sur l'épithélium adamantin interne au niveau coronaire, n'a pas lieu sur l'épithélium interne de la GEH. En conséquence, l'émail ne se dépose pas. C'est ainsi que les cellules de la papille dentaire les plus proches se différencient en odontoblastes, au voisinage

desquelles commence l'édification de la dentine radulaire (6). Elles synthétisent d'abord une pré-dentine dont la partie externe se transforme graduellement en dentine d'abord non minéralisée, puis minéralisée (19).

La dépose progressive de dentine et le phénomène d'éruption entraînent une évolution au niveau de la GEH. Les cellules restent solidarisées au niveau apical mais des fissures et ruptures apparaissent au niveau cervical, la GEH perd alors sa continuité. La dentine radulaire se retrouve alors au contact direct des cellules du follicule dentaire qui l'entourent (3,19,25).

Des cellules fibroblastes-like projettent des processus cytoplasmiques entre les cellules de la GEH disloquées, entrent en contact avec cette dernière et commencent la synthèse de collagène (26).

◆ Deux phases de cémentogénèse

Le cément se dépose par couches successives et rythmées selon deux phases :

- la première phase correspond à une étape dite primaire, s'effectuant au cours de l'édification radulaire et l'éruption dentaire (27).

C'est un processus extrêmement lent, permettant aux cémentoblastes de reculer devant leur sécrétion.

- la deuxième phase dite secondaire, débute quand la formation de la racine est presque terminée et que la dent est fonctionnelle dans la cavité buccale. Période subsistant tout au long de la vie, où le cément voit sa structure modifiée afin de s'adapter aux conditions environnementales (changements d'orientation des fibres parodontales) (13).

➤ Cémentogénèse primaire

La phase préfonctionnelle ou cémentogénèse primaire correspond à l'attache initiale du CAFE sur la racine. Cela passe par la différenciation des cellules cémentoprogénitrices, la formation et la fixation d'une matrice collagénique cémentaire à la dentine radulaire nouvellement formée (26).

Ce processus d'initiation a été décrit pour la première fois en 1991, en étudiant des dents formées à 50-60 % (17).

Le premier temps assure l'implantation de courtes fibres conjonctives dans le manteau dentinaire grâce à la synthèse des fibres de collagène qui vont s'entremêler et établir de solides connexions avec les fibres non encore minéralisées de la surface dentinaire en voie de formation, au niveau de la future jonction dentino-cémentaire (20).

Sur le millimètre le plus apical de la racine en formation, une frange de fibre courte et dense se développe en quatre stages (**Figure 4**) :

- 1) sur les premiers 100 µm des cellules fibroblastiques-like entrent en contact avec la dentine non minéralisée et commence à produire des fibrilles de collagène.
- 2) sur les 100 µm suivants ces fibres de collagène forme une frange fibrillaire, dont la plupart sont perpendiculaires à la surface radiculaire, pénétrant et s'entremêlant avec le réseau de fibres collagéniques dentinaires.
- 3) La minéralisation centrifuge, se fait par dépôt de cristaux d'hydroxyapatite dans les espaces de la trame. En profondeur, depuis la couche granulaire dite «de Tomes», puis la base de la frange très dense (future jonction ciment-dentine JCD), jusqu'à la couche hyaline de Hopewell- Smith (dite aussi «cément intermédiaire»).
- 4) Le front de minéralisation progresse de façon centrifuge en englobant les fibres extrinsèques du CAFE mais en épargnant les extrémités qui s'allongent simultanément selon un mécanisme inconnu (17,26).

Pendant la phase de développement préfonctionnelle du CAFE la racine s'allonge en direction du plan d'occlusion.

Cette phase dure de 5,8 à 6,7 ans pour les prémolaires et un peu moins de temps pour les molaires permanentes et les dents lactéales (17). Au terme de la phase préfonctionnelle, l'épaisseur du CAFE est de 15 µm, il croit donc de 2 à 2,5 µm par an (18).

Elle concerne essentiellement la période néonatale et l'adolescence (27).

Une série d'évènements conduisent à la différenciation des cémentoblastes et à l'apposition du ciment. La différenciation des cémentoblastes à partir de cellules précurseurs, évoluent selon un gradient temporospatial lié étroitement à la formation de la dentine (13).

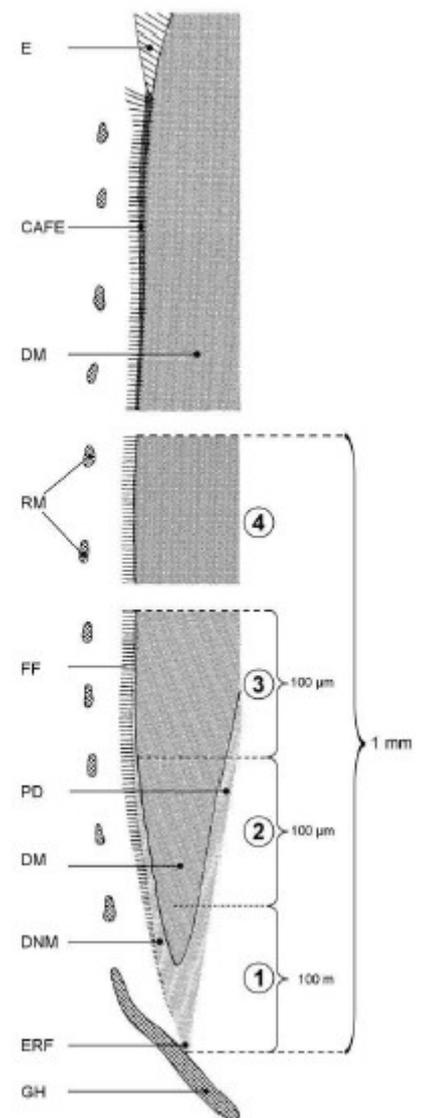


Figure 4 : Schématisation topographique des étapes initiales de la genèse du CAFE le long d'une racine ayant atteint 50-60 % de sa longueur finale (17).

- Origine des cémentoblastes

Deux théories principales divergent au sujet de l'origine des cémentoblastes au stage initial.

Une première hypothèse (**Figure 5**), récente, suppose que les cellules épithéliales de GEH subissent une interconversion épithéliomésenchymateuse et évoluent en cémentoblastes. Différents auteurs (25,26,28–30) expliquent, à partir d'études ultrastructurales et immunohistochimiques, l'origine phénotypique cellulaire cémentoblastique de ce changement. Ces cellules dérivées participeraient alors directement à la formation du ciment par synthèse de la matrice conjonctive du ciment initial.

D'autre part la théorie la plus généralement admise depuis une cinquantaine d'année (**Figure 5**), suggère que les cellules cémentoprogénitrices dérivent de cellules du sac folliculaire qui est d'origine ectomesenchymateuse (31–34).

Avec l'apparition de fines couches de dentine, la GEH se dissocie de proche en proche au niveau cervical. Les spicules dentinaires exercent alors un tropisme positif sur les cellules mésenchymateuses de la couche interne du sac folliculaire qui s'orientent alors vers la surface de la racine en formation (13). Les prolongements des cellules s'orientent perpendiculairement à l'axe de la racine, deviennent des précémentoblastes puis des cémentoblastes une fois au contact de la dentine. Effectivement, on y observe des changements ultra-structuraux caractéristiques des cellules sécrétrices (6,35).

Les cellules de la GEH évoluent en débris épithéliaux de Malassez, dérivant dans l'espace ligamentaire dento-alvéolaire en formation. Certaines mourront par apoptose et d'autre se retrouveront incluses dans la matrice cémentaire minéralisée (36).

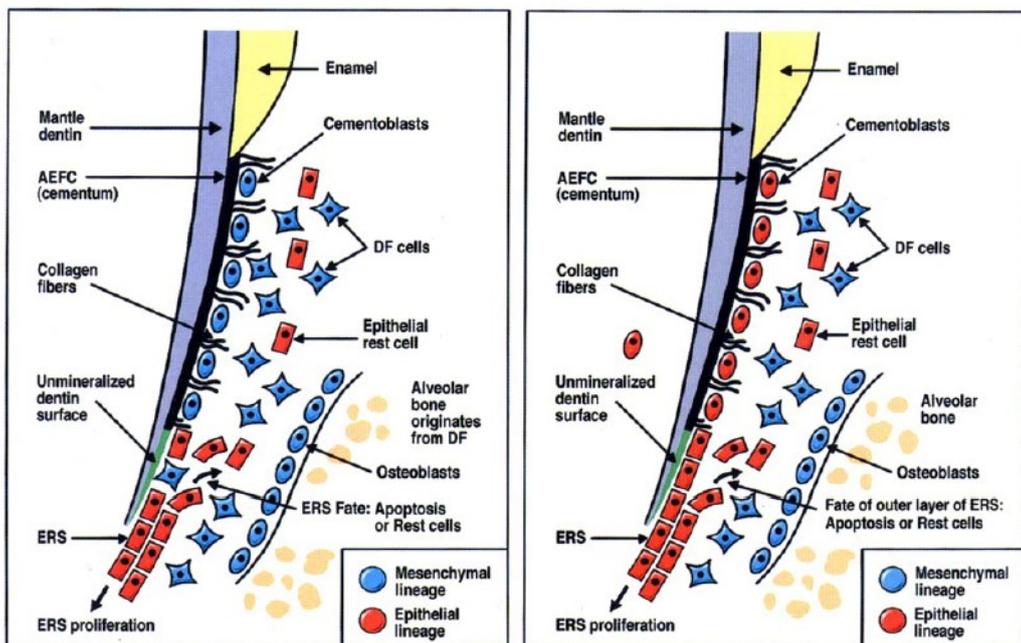


Figure 5: Résumé des deux principales théories sur l'origine des cémentoblastes du CAFE (37).

➤ Cémentogénèse secondaire

La formation du cément secondaire apparaît tardivement au moment où la dent est sur le point d'être en occlusion et de devenir fonctionnelle.

Le CAFE cervical atteint alors environ 15-20 μm d'épaisseur, à ce stade, la frange de fibres est organisée en fibres extrinsèques et se connecte avec les fibres principales du ligament parodontal (5,11,18,21). Elles s'orientent perpendiculairement ou selon un angle légèrement oblique par rapport à la surface cémentaire. Elles adapteront leur orientation tout au long de la vie de la dent en fonction des mouvements post-éruptifs de la dent (38).

Par la suite, les cémentoblastes se concentrent sur la sécrétion de protéines non collagéniques pour induire une minéralisation du CAFE et renforcer le système d'ancrage. La calcification est initiée sous forme de globules (calcosphériques) qui finissent par fusionner avec le front de minéralisation (18).

L'épaisseur du cément augmente avec l'âge, car le dépôt perdure tout au long de la vie tant que le desmodonte est présent. Des phénomènes physiologiques ou pathologiques influenceront la distribution quantitative et qualitative du CAFE (et autres ciments) (5,39).

Le taux de croissance du CAFE cervical est de 1,8 à 3,4 $\mu\text{m}/\text{an}$ avec des différences entre faces mésiales et distales de la racine. Selon Sequeira et al, ce rythme de croissance est régulier tout au long de la vie, sur des dents fonctionnelles ou incluses (40). Son épaisseur, qui augmente avec l'âge, varie de 50 à 200 μm (16). De plus, la croissance plus rapide sur la racine distale que sur la racine mésiale (4), suggère la propriété d'adaptation du CAFE aux altérations fonctionnelles comme la dérive mésiale des dents.

1.4.3. Structure

◆ Macroscopique

Observée à l'œil nu, la surface radiculaire couverte par le CAFE apparaît comme lisse ou légèrement ondulée (8).

La transparence initiale du CAFE permet de laisser transparaître la couleur de la dentine sous-jacente contrairement au cément stratifié mixte cellulaire par exemple (15).

◆ Microscopique

Sous microscope à balayage, le CAFE présente une surface « pommelée ». Cet état de surface est dû à l'émergence minéralisée des faisceaux de fibres de Sharpey sous forme de dôme qui occupent pratiquement toute la surface radiculaire cervicale des dents jeunes (**Figure 6**).

Au niveau du collet, la jonction émail ciment (JEC) se présente sous plusieurs formes. Dans la plus représentée (60 % des dents), le ciment recouvre légèrement l'émail (overlap). Dans 30 % des cas ils s'affrontent bout à bout (edge-to-edge), et sur la minorité des dents (10%) le ciment n'atteint pas l'émail (gap). Il existe alors une portion de dentine radulaire dépourvue de ciment plus sujette aux altérations type carie du collet ou sensibilité (1). Toutefois, ces différentes caractéristiques topographiques peuvent coexister sur une même dent (12) (**Figure 7**).

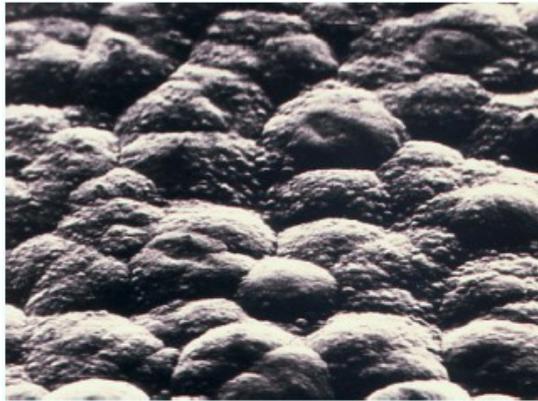


Figure 6: Observation en microscopie électronique à balayage d'émergences minéralisées des faisceaux de fibres de Sharpey sous formes de dômes (13).

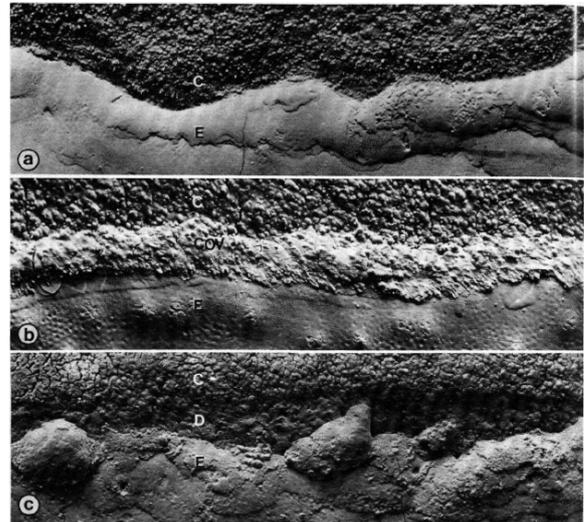


Figure 7: Différents type de jonction émail-cément. a) edge-to-edge b) overlap c) gap (12).

Bien que le CAFE soit un tissu en croissance constante, il s'appose de manière cyclique. En effet, il présente un aspect stratifié qui suggère l'alternance de période d'apposition et de repos au cours de la cémentogénèse (13).

Ces strates, lignes de croissance (lignes d'accroissement de Salter) ou anneaux cémentaires (TCA = tooth cementum annulation), matérialisent le dépôt périodique de couches de ciment en association fréquente avec un changement brusque dans la direction des fibres de Sharpey en fonction des contraintes subies par la dent au cours de sa vie (16).

Elles apparaissent sous forme de bandes alternantes sombres et claires qui rappellent « les cernes annuels des arbres ». Une bande large et claire correspondrait à une période d'accroissement rapide (taux d'éléments minéraux faible) alors qu'une bande étroite et sombre à une période de ralentissement (taux d'éléments minéraux plus élevé). Elles font généralement 0,5 µm de large, ont une structure ondulée, et sont perpendiculaires ou obliques aux fibres de Sharpey (41) (**Figure 8**).

Une paire de bande sombre et claire représente une ligne d'incrémentation. Cette alternance serait due à un rythme biologique intrinsèque, mais aussi au rythme saisonnier déclenché par des facteurs tels les forces biomécaniques, la nutrition, le cycle hormonal ou les conditions écologiques comme la température, la lumière ultraviolette, l'humidité, l'altitude ou la pollution. Chez les mammifères en liberté, les bandes claires correspondent à la saison hivernale, et la bande sombre, à l'été. Les bandes claires sont alors présumées être hypominéralisées contrairement aux bandes sombres.

Sur des coupes transversales, elles sont matérialisées par des anneaux concentriques à l'axe de la racine et sur des coupes longitudinales elles sont parallèles à l'axe de la racine. Cette structure particulière est très utilisée en odontologie légale pour l'estimation de l'âge d'un individu (42).

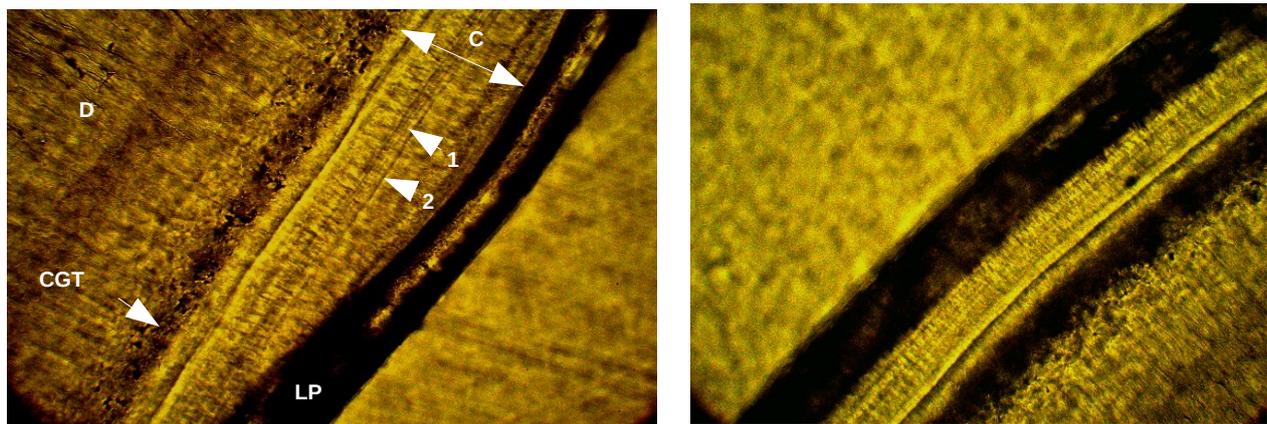


Figure 8 : Succession de bandes sombres et claires constituant les lignes d'incrémentation du CAFÉ de monoradiculées (dents test de notre protocole expérimental). (C : ciment ; 1 : bande claire ; 2 : bande sombre ; D : dentine ; CGT : couche granuleuse de Thomes ; LP : ligament parodontal) (Crédit Poehei Lehartel).

1.5. Composition du ciment

Le ciment n'étant pas un tissu conjonctif minéralisé uniforme, il existe dans sa composition des différences de proportion des constituants chimiques entre les variétés de ciment.

À parts à peu près égales par volume, il est composé d'eau, de matrice organique et de minéraux. Environ 50 % de la masse sèche est inorganique et la matrice organique restante contient principalement des fibres de collagènes, des glycoprotéines et des protéoglycanes 1.

1.5.1. Phase minérale

Le CAFE a un degré de minéralisation plus faible que la dentine (43) et l'émail. Mais plus élevé que les CCFI et CCMS (peut-être dû à l'absence de lacune, canalicules et cœur des fibres de Sharpey) (44).

Des analyses physico-chimiques montrent que la majeure partie de la portion minérale est constituée de calcium et phosphate, principalement présent sous forme d'hydroxyapatite ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) (avec de petites quantités amorphes) (5). L'hydroxyapatite n'est pas pure, mais contient d'autres éléments (ions) incorporés pendant la minéralisation, en fonction de leur concentration dans l'environnement. Ainsi, il peut contenir du magnésium Mg^{2+} , des fluorures et des traces de Cu^{2+} , Zn^{2+} et Na^{2+} (4).

1.5.2. Phase organique

La phase organique des ciments (hormis le CAA) est principalement composée de collagène (43) et de protéines non collagéniques.

Le collagène de type I est le composant principal, représentant 90% du collagène. Il assure un rôle structurel et morphogénique ; et sert d'échafaudage pour les cristaux. Le collagène de type III, qui enrobe les fibrilles de collagène de type I, ne représente que 5 % (45). On retrouve également quelques molécules de collagène de type XII et des traces de types V, VI, XIV (21).

Le ciment contient deux protéines non-collagéniques majeures, la sialoprotéine osseuse (BSP) et l'ostéopontine (OPN). Ces protéines phosphorylées et sulfatées sont impliquées dans l'adhésion cellulaire et la minéralisation (5).

Elles sont présentes en plus grande quantité dans le CAFE et le CAA (au niveau des lignes de repos) que dans le CAFI qui se dépose plus rapidement.

D'autres protéines non collagéniques ont été détectées, on peut citer ; la fibronectine impliquée dans la liaison cellulaire, l'ostéonectine présente dans les cémentoblastes et cémentocytes, l'ostéocalcine qui participe aux mécanismes de minéralisation et certains protéoglycanes intervenant dans la signalisation cellulaire (8).

Bon nombre de ces composants sont également présents dans l'os ; cependant, deux molécules propres au ciment ont également été décrites (19).

Une protéine d'adhésion du ciment (*CAP cementum-derived attachment protein*) qui stimule la migration et l'adhésion des cellules précurseurs des cémentoblastes et un facteur de croissance dérivé du ciment (*CGF cementum derived growth factor*).

2. CEMENTOCHRONOLOGIE

L'âge est un paramètre essentiel pour permettre l'identification d'un individu. L'estimation de l'âge est une procédure adoptée par différents domaines tels que l'anthropologie, l'archéologie ou encore la médecine légale. L'estimation de l'âge de personnes vivantes, cadavres, et restes humains peut permettre de clarifier des questions juridiques (affaires criminelles, responsabilité légale d'un adolescent, etc...) sociales et anthropologiques (46).

2.1. Méthodes d'estimation de l'âge

Il existe de multiples méthodes, macroscopiques ou microscopiques, de détermination de l'âge. Elles peuvent être, clinique par l'étude morphologique, histologique, radiographique, physique, biochimique, et très récemment génétique par l'étude des télomères (41,47,48).

Lorsque les processus de dégradation d'un corps sont avancés et ne permettent plus une identification visuelle, les structures osseuses et dentaires représentent le seul moyen d'identification (49).

En effet, l'organe dentaire est un excellent traceur du temps, de la vie intra-utérine à après la mort. Les tissus durs de la denture humaine sont capables de résister à la dégradation, longtemps après que les autres tissus soient perdus. En plus d'être les plus résilientes de l'organisme, les dents sont très informatives, ce qui confère aux méthodes dentaire un rôle déterminant (50).

La science qui traite de l'établissement de l'identité d'une personne par les dents est communément connue sous le nom d'odontologie médico-légale ou dentisterie légale (50).

Du fait de leur durabilité, les dents acquièrent tout au long de la vie diverses caractéristiques. En effet, certains changements dentaires peuvent être appréciables avec l'âge, tels que : l'attrition, le dépôt de dentine secondaire, la translucidité des racines, l'apposition du cément, la résorption des racines, les changements de couleur et l'augmentation de la rugosité des racines (51).

Diverses études se sont basées entre autre sur ces changements secondaires et ont abouti à des méthodes d'estimation de l'âge d'un individu (46).

Parmi ces nombreuses méthodes, on peut citer l'une des plus simple et accessible. L'observation des stades de formation et développement de la denture humaine qui montre une forte corrélation avec l'âge chronologique. Mais celle-ci peut s'appliquer uniquement entre 0 et 12 ans, car au-delà de cette tranche d'âge la méthode ne montre plus d'intérêt (52).

Une autre méthode parmi les plus connues ; la Méthode de Gustafson datant de 1950. Il s'appuie sur l'observation de six changements rétrogrades (le degré d'abrasion, la dentine secondaire, le cément, la résorption radiculaire, la transparence de la racine et la régression gingivale) et les classe sur une échelle arbitraire, attribuant 0-3 points selon le degré d'évolution (51).

En raison d'une erreur de calcul, cette méthode morphométrique a été reprise et modifiée par plusieurs études ultérieures (Johanson, 1971 ; Burns and Maples, 1976) (46,53).

D'autres méthodes telles que ; l'observation de l'attrition des surfaces masticatoires (Miles, 1978), la résorption parodontale (Lamendin and al, 1992) ou encore l'analyse de radiographie dentaire (Kavaal & Solheim 1994) existent mais ne fournissent des résultats que très approximatifs avec une marge d'erreur significative entre l'âge estimé et l'âge réel (42).

Un des problèmes persistant en anthropologie biologique et en odontologie légale demeure l'incapacité à dater précisément l'âge d'un individu (54).

Il est nécessaire d'avoir une méthode fiable et peu sensible aux changements continus en fonction de l'âge du squelette (55).

2.2. Estimation de l'âge par cémento-chronologie

Une étude histologique basée sur l'analyse du cément radiculaire s'est révélée très prometteuse pour l'estimation de l'âge chez les mammifères. Cette méthode appelée cémento-chronologie vise à compter le nombre d'anneaux cémentaires et d'y ajouter l'âge d'éruption de la dent en question pour connaître l'âge de l'individu au décès.

2.2.1. Historique

A l'origine, la cémento-chronologie était utilisée en zoo-archéologie pour estimer l'âge et la saison de la mort des animaux, particulièrement des mammifères (54).

Avant les années 1980, aucune donnée définitive n'a été trouvée dans la littérature concernant l'utilisation des anneaux cémentaires chez l'être humain. Seulement des hypothèses sur le fait que ces derniers, observés chez de très nombreux mammifères terrestres et marins, pourraient également être présents chez les êtres humains et utilisés pour la détermination de l'âge (47).

En 1982, Stoot and all (47) ont mené une étude sur trois dents humaines qui a montré que le nombre d'anneaux cémentaires était bien corrélé à l'âge et que la méthode pouvait être appliquée aux dents humaines comme elle l'avait été à d'autres mammifères.

Depuis, cette technique a fait l'objet d'études approfondies qui ont permis de mettre en évidence l'existence d'une corrélation positive entre ces paramètres et l'âge. De nombreuses études viennent préciser, valider et améliorer cette technique (56).

2.2.2. Définition

La Cémentochronologie, spécialité de la Sclérochronologie et plus particulièrement de la Squelettochronologie (s'intéressant à l'étude de marqueurs au sein du squelette des vertébrés), est une méthode d'étude des marques de croissance au sein du ciment des dents de mammifères (20).

◆ Principe :

Le ciment, et plus particulièrement le ciment acellulaire à fibres extrinsèque (CAFE), continue de croître de manière phasique tout au long de la vie. S'il est entouré d'un parodonte fonctionnel, il est produit avant, pendant et après l'éruption dentaire et ce, jusqu'à ce que la dent soit extraite ou que l'individu décède (57).

Le CAFE apparaît microscopiquement sous la forme d'une série d'anneaux cémentaires, chacun constitué d'une bande sombre et d'une bande claire.

De précédents travaux, en particulier ceux de Charles et al. (1986), ont permis de constater que le rythme de dépôt des anneaux de ciment est, dans la quasi-totalité des cas, annuel. Ainsi, chaque anneau correspond à une année de vie et constitue un enregistrement biologique qui peut être utilisé pour estimer l'âge d'un individu (47,48).

Il est donc possible de déterminer par une formule assez simple, l'âge au décès d'un sujet :

Nb anneau cémentaire + âge moyen d'éruption de la dent étudiée = estimation de l'âge chronologique au décès (47)

L'analyse des incrémentations cémentaires permettrait également d'identifier et de dater des évènements de l'histoire de vie d'un individu. On parle d'évènement ayant une influence sur le métabolisme du calcium tels qu'une grossesse, un traumatisme du squelette ou encore une pathologie rénale.

De nombreuses études ont été menées pour vérifier la fiabilité de la méthode d'estimation de l'âge par comptage des anneaux cémentaires, en comparant l'âge estimé et l'âge

réel. Certains auteurs concluent qu'aucun lien n'existe entre le nombre d'anneaux et l'âge réel, et réfutent l'application de cette technique à l'homme (58,59).

D'autres, ont trouvé une corrélation modérée et restent encore septiques (42,60).

Néanmoins, de nombreux chercheurs approuvent très largement cette méthode. Ils ont pu mettre en évidence une concordance très forte entre l'âge estimé et l'âge réel des individus (47,61,62).

De multiples méthodes de préparation et d'évaluation existent (coupes non décalcifiées ou décalcifiées, coupes colorées ou non colorées, coupes longitudinales ou transversales, microscopie à contraste de phase ou de lumière simple, etc..). Cela rend difficile la comparaison des résultats et l'explication des différents jugements sur l'applicabilité de cette méthode (42,59).

Nombres d'auteurs recommandent toutefois d'utiliser en complément d'autres méthodes d'estimation de l'âge pour obtenir de bons résultats.

2.2.3. Avantages

Cette technique présente plusieurs avantages par rapport aux méthodes traditionnelles. Premièrement, les lignes incrémentales cémentaires pourraient être utilisées comme marqueur d'âge plus fiable que tout autre trait morphologique ou histologique du squelette humain. Cette hypothèse est basée sur les facteurs biologiques de la formation des anneaux cémentaires connus à ce jour (42).

Aussi, les études qui affirment que cette méthode est applicable, lui confère par ailleurs une grande précision, en affichant des moyennes d'écart entre l'âge calculé et l'âge réel, faibles. Cette méthode devrait être bien supérieure aux estimations morphologiques qui reflètent l'âge biologique plutôt que l'âge chronologique (61).

Troisièmement, la cémentochronologie est très probablement le seul indicateur individuel d'âge qui s'appuie directement sur un processus de croissance continue et non pas de sénescence. De plus, elle ne requiert ni manipulation statistique complexe, ni population de référence (calcul fait pour chaque individu) (54,61).

Enfin, elle présente un protocole histologique relativement simple, qui peut être mise en œuvre en moins de 24 heures pour une dent et à un coût relativement bas (54). Elle peut être utilisée comme première étape avant les méthodes plus sophistiquées d'estimation de l'âge (55).

2.2.4. Inconvénients

De nombreux biais peuvent exister lors du comptage des anneaux cémentaires (AC) : variation de l'épaisseur des AC, AC flous sur les images, superposition de la même ligne à différents niveaux (ce qui pourrait être interprété comme deux différentes), lignes irrégulières, mauvaise définition de la jonction dentine-cément, contraste de ligne trop faible, etc..(52,54).

La présence de pathologie parodontale peut également biaiser le calcul de l'âge (en augmentant/hypercémentoses ou diminuant/maladie parodontale), voir même compromettre l'application de la méthode selon certains auteurs (41).

Les âges plus avancés peuvent aussi poser des difficultés et augmenter les marges d'erreur.

Pour les comptages manuels, la subjectivité des observateurs sera toujours présente malgré leur calibrage et entraînement, et ce, même avec des images de qualité supérieure (52).

Enfin, l'observateur doit être capable de distinguer les différents types de ciment car seul le CAFE peut être utilisé dans l'estimation de l'âge. Mais surtout, le comptage des lignes d'incrémentation requiert une grande expérience préalable (54).

2.3. Cémentochronologie, CAFE et dents incluses

À l'heure actuelle, de nombreux points de la cémentogénèse restent encore à éclaircir. Parmi lesquels, on peut citer l'origine des bandes claires et sombres du ciment, ou encore le ciment acellulaire des dents incluses. En effet, ce sujet demeure peu documenté, et les avis existants sont partagés.

Dans de nombreux articles, on peut lire que la cémentogénèse s'initie avec l'édification radiculaire et perdure après l'éruption de la dent. On décrit systématiquement une phase avant l'éruption, où des fibrilles de collagènes s'arrangent en frange et se minéralisent petit à petit ; et une phase après l'éruption (ou phase fonctionnelle), où les fibrilles entrent en continuité avec les fibres du ligament parodontal et s'organisent en fibres extrinsèques (5).

Cette phase fonctionnelle d'élaboration débute lorsque la dent est presque en occlusion, et perdure ensuite tout au long de la vie à un rythme lent et régulier (26).

Cette notion d'éruption, et par conséquent de mise en fonction, semble alors fondamentale pour la formation de « CAFE post éruptif ». On retrouve dans la littérature, différents points de vue à ce sujet.

Un certain nombre d'auteurs associent la formation du ciment à la fonction masticatoire (63–65). Les résultats expérimentaux de Liebermann (48,66) rejoignent cette idée, que l'augmentation d'épaisseur du ciment acellulaire est tributaire de la fonction. Selon lui, les bandes du CAFE seraient le résultat de deux processus causés par les changements saisonniers de l'alimentation. Premièrement, le changement d'orientation des fibres de collagène induit par une fonction masticatoire qui diffère en fonction des différents régimes alimentaires saisonniers. Deuxièmement, la variation du degré de minéralisation des différentes bandes.

Toutefois, selon d'autres auteurs, la fonction n'est pas un facteur indispensable à la formation du ciment. Trois études en particulier (67–69), ont cherché à discerner le rôle de l'environnement (ou fonction) et celui du vieillissement des dents dans la formation de ciment.

Pour cela, les auteurs ont choisi comme matériel d'étude des dents incluses, car ces dernières n'ont jamais été soumises aux forces masticatoires et sont protégées de tous facteurs externes. Leur conclusion stipule que l'augmentation de l'épaisseur cémentaire est directement liée à l'âge et non pas à la fonction. De plus il existe une corrélation entre les ciments cervical et tiers moyen et, l'âge de l'individu.

Notons que ces études ont été réalisées uniquement sur des canines et prémolaires incluses, jamais sur des molaires (67–69).

L'étude menée par Kagerer et Grupe (61), axée sur les dents fonctionnelles et incluses, a suivi et confirmé que l'apposition des lignes cémentaires n'a aucun rapport avec le moment de l'éruption dentaire, et n'est pas un marqueur de l'adaptation fonctionnelle post-éruptive.

De nombreux avis divergent également au sujet du ciment lui-même. En effet, selon certains auteurs, la quantité de ciment des dents incluses est moins importante que celles des dents fonctionnelles (55,67), alors que d'autres auteurs notifient l'inverse (68) en notant des épaisseurs de ciment plus importantes sur les dents incluses par rapport aux dents fonctionnelles.

De même, en terme de cémentochronologie, certains chercheurs trouvent une corrélation fiable entre l'âge estimé via le ciment des dents incluses et l'âge réel (61), alors que d'autres arrivent à une surestimation (52).

PARTIE II : TRAVAIL EXPÉRIMENTAL

1. BUT DE L'ÉTUDE

En se basant sur la littérature et sur de précédents travaux réalisés au sein du laboratoire, un protocole de mise en évidence de ciment acellulaire à fibres extrinsèques a été mis en œuvre afin de montrer la présence ou non de ciment acellulaire à fibres extrinsèques (CAFE) sur les dents incluses. L'objectif de ce travail serait de conclure sur le rôle indispensable ou non de la fonction masticatoire dans l'apposition des anneaux cémentaire du CAFE au niveau de dents de sagesse incluses.

2. MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1. Échantillonnage

2.1.1. Description de l'échantillon

Cette étude a été conduite sur 26 dents de sagesse incluses extraites dans un cadre thérapeutique, issues de 9 patients différents (6 femmes / 3 hommes) d'âge compris entre 15 et 24 ans, venant consulter au service de Chirurgie Maxillo-faciale (CMF) du CHU de Purpan à Toulouse pour avulsion des M3 incluses, au bloc opératoire sous anesthésie générale.

L'ensemble des dents collectées sont des dents de sagesse incluses, 15 maxillaires, 11 mandibulaires.

Pour la majorité des patients (4 patients), 4 dents ont été extraites, pour 3 patients 2 dents, et pour 2 patients respectivement 1 et 3 dents.

2.1.2. Critères de sélection

◆ Critères d'inclusion

- dent totalement incluse :

L'échantillon se compose de dents de sagesse totalement incluses maxillaire ou mandibulaire ne présentant aucune éruption sur l'arcade.

Une dent permanente incluse est une dent mature qui n'a pas fait son éruption après la date physiologique et dont le sac péri-coronaire ne présente pas de communication avec la cavité buccale. Une dent incluse est recouverte ou non de tissu osseux, mais totalement par la muqueuse buccale.

C'est une dent qui n'a jamais subi les forces masticatrices, et qui n'est soumise à aucun facteur environnemental. De plus, elle est davantage préservée des risques éventuels de maladies parodontales qui pourraient altérer la qualité du CAFE.

- dent sectionnée ou non durant l'extraction :

La section radiculaire ou non section ne pose pas de problème dans la recherche de CAFE. Il sera présent sur le ou les différents fragments radiculaires.

- maxillaire ou mandibulaire, droite ou gauche :

Que la dent soit issue de l'arcade maxillaire ou mandibulaire, du secteur 1 ou 2 et 3 ou 4, n'entraîne, à priori, pas de différence dans l'observation du CAFE.

- plusieurs dents du même patient

Plusieurs spécimens d'un même sujet pourraient être appréciables afin de mettre en évidence la corrélation intra-observateur, et aussi de comparer les dents entre elles.

◆ Critères d'exclusion

- germe dentaire sans édification radiculaire :

Le CAFE n'étant observable que sur la racine.

- dent en désinclusion :

Les facteurs environnementaux et fonctionnels entreraient en jeu, on serait hors champ d'étude.

2.1.3. Collecte

Une note explicative exposant les détails du profil de dents recherchées a été remise au CHU, ainsi que le protocole à respecter suite à l'extraction des dents incluses (**Annexe 1**).

Préalablement à l'intervention chirurgicale, une information a été donnée au patient sur l'utilisation de ses dents extraites et son consentement obtenu pour permettre l'inclusion du matériel dentaire dans l'étude.

Une fois les dents cibles repérées et extraites, elles sont conditionnées selon des indications précises : dans un flacon d'échantillonnage, immergées dans du sérum physiologique et identifiées pour remonter jusqu'au patient donneur.

Dans les cas où plusieurs dents proviennent d'un même donneur, elles sont réunies dans un seul et même flacon. Chaque flacon a été identifié par l'identité du patient (Nom, Prénom), la date de naissance, le sexe, et la date d'extraction.

2.2. Anonymisation

2.2.1. Tableau d'anonymat et archivage des données patient

Chaque dent a fait l'objet d'une anonymisation, afin que l'étude soit menée en aveugle et ne soit pas influencée par les données personnelles des patients.

_ attribution d'un chiffre différent à chaque patient (ex : Mme X = n°1)

_ attribution d'une lettre différente à chaque dent d'un même patient (ex : dent 18 de Mme X = n°1A ; dent 28 de Mme X = n°1B ; etc..)

Les données personnelles des patients, la codification permettant de remonter jusqu'au patient, ainsi qu'une brève description des dents (maxillaire/mandibulaire, nombre de racine..), ont été archivées dans un tableau d'anonymat (réalisé sur tableur Excel) (**Tableau 2**).

N°	Identité	Sexe	Date de naissance	Date d'extraction	Détail des dents par patient
1	XX	F	07/06/95	19/02/18	1A : md (2 racines)
					1B : max (4r dt 1 cassée)
					1C : max (3r)
					1D : md (2r)
2	XX	F	12/07/94	05/03/18	2A : md (2r)
					2B : max (2r)
3	XX	F	21/10/98	09/03/18	3A : md (2r)
					3B : md (2r)
					3C : max (4r)
					3D : max (3r)
4	XY	M	05/07/00	19/02/18	4A : md (2r) sectionnée
5	XY	M	18/07/02	09/03/18	5A : mx (3r)
					5B : mx (3r)
6	XX	F	13/03/94	20/02/18	6A : mx (1r)
					6B : mx (1r)
7	XY	M	16/03/94	09/03/18	7A : mx (4r)
					7B : mx (3r)
					7C : md (4r)
					8A : md (2r)
8	XX	F	05/10/97	23/03/18	8B : md (3r)
					8C : mx (1r)
					8D : mx (1r)
					9A : md (2r)
9	XX	F	19/02/98	27/03/18	9B : md (2r)
					9C : mx (1r)
					9D : mx (3r)

Tableau 2: Tableau d'anonymat reliant les patients et les lots de dent

2.2.2. Conditionnement

Chaque dent est isolée dans un flacon sur lequel est inscrit le chiffre et la lettre qui lui correspond. Pour garantir une bonne conservation et éviter la dessiccation dentaire, chaque échantillon est immergé dans une quantité suffisante d'eau distillée (**Figure 9**).

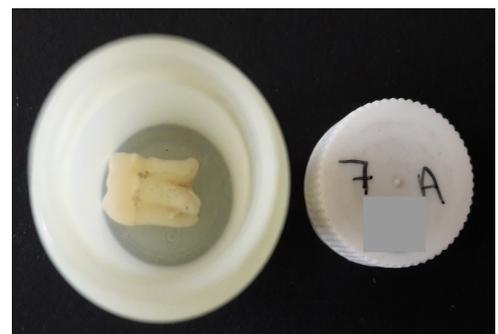


Figure 9 : Dent n°7A conditionnée dans son flacon individuel avec de l'eau (Crédit Poehei Lehartel)

2.3. Identification photographique

2.3.1. Objectif

Des photographies de chaque dent sont réalisées pour enregistrer leur état initial. Ainsi, l'analyse des photographies permet la détermination d'un ou plusieurs axes de coupe, afin d'obtenir plusieurs échantillons issus d'une même dent et ainsi permettre de choisir la ou les racines à utiliser pour les étapes suivantes. En effet, certaines morphologies sont à privilégier par rapport à la facilité d'étude du CAFE.

2.3.2. Protocole

La procédure d'identification photographique mise en place est standardisée et reproductible pour chaque dent.

a) Agencement :

- dent placée au centre du champ photographique, sur un fond noir.
- son identifiant imprimé en bas à droite (police compatible avec la taille de la dent, et clairement visible).
- un repère millimétrique placé à gauche afin d'apprécier les dimensions de la dent.

b) Mise en œuvre :

Les photos ont été réalisées avec un appareil photo de marque Lumix Panasonic (DMC-FZ62 24x hybride), sous un éclairage naturel. L'éclairage artificiel du labo offrant trop de lumière entraînant une photo trop jaunâtre (**Figure 10a**). Afin d'améliorer la qualité de l'image, les réglages suivants ont été ajustés :

- balance des blancs/noirs
- mode C1, zoom macro activé
- flash activé

Chaque spécimen a été photographié sous plusieurs vues/faces (vestibulaire, linguale, distale, mésiale), et ce, afin de pouvoir déterminer le meilleur axe de coupe (**Figures 10b et c**).



Figure 10 : (a) Premiers essais photographiques ayant un rendu jaunâtre (b,c) Photos initiales de la dent 5B en vue distale et vestibulaire.

c) Analyse :

Les photos de chaque spécimen sont analysées et une réflexion est engagée sur :

- le choix des dents à conserver ou éliminer :

Certaines dents présentent des morphologies incompatibles avec l'étude et doivent donc en être exclues. Par exemple, les dents trop courtes qui ont, par conséquent, une portion de CAFE trop faible vis-à-vis de laquelle la coupe serait trop approximative et ne fournirait que très peu de coupes à observer. Autre exemple, celui de la dent 4A qui a été sectionnée lors de l'extraction. L'un des morceaux est trop petit et n'a quasiment pas de racine (**Figure 11**).



Figure 11 : Fragment (flèche) de la dent 4A non exploitable pour l'étude (Crédit Poehel Lehartel)

- l'axe de découpe de la dent

(cf paragraphe suivant)

- les racines à conserver ou éliminer

Suite à la découpe, on peut déjà prévoir pour certaines dents si certains morceaux ne seront pas exploitables ; racines trop courtes, trop courbées, etc... (**Figure 12**).

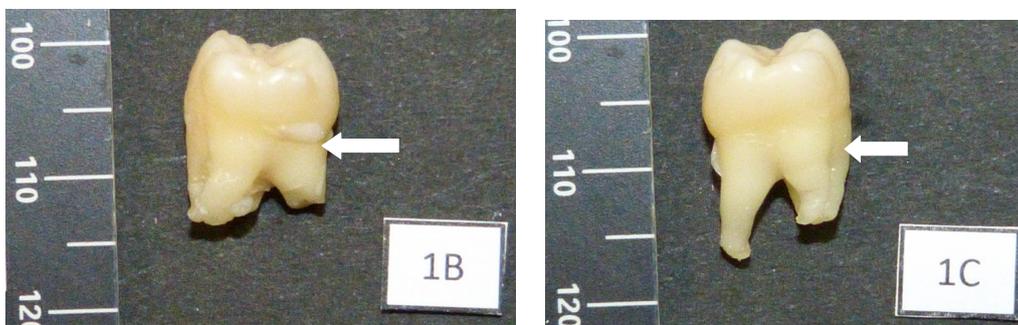


Figure 12 : Photographies initiales utiles à la prévisualisation des racines exploitables. Les racines marquées (flèches) seront a priori trop courtes après section de l'apex et de la couronne pour être incluses. (Crédit Poehel Lehartel)

2.4. Fragmentation

2.4.1. Détermination de l'axe de fragmentation

La dent est fragmentée pour obtenir plusieurs échantillons issus d'une même dent, afin d'augmenter les chances d'observation et de renforcer l'étude. La dent doit donc être coupée d'une certaine manière afin d'optimiser le matériel et ainsi permettre d'obtenir une quantité maximale de fragments radiculaires de qualité.

Pour exemple, l'axe de coupe passerait par le milieu d'une dent à racines convergentes, tandis que sur une dent avec racines disjointes, l'axe séparerait simplement les racines (**Figure 13**).

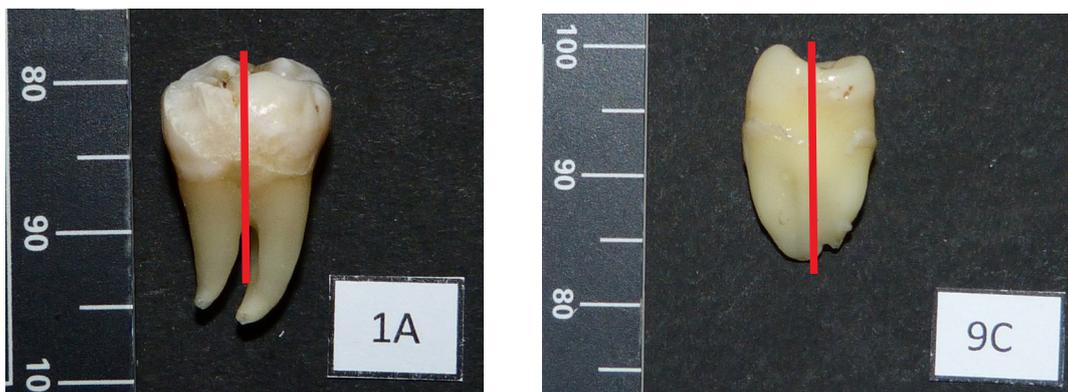


Figure 13 : Axe de fragmentation en fonction de la morphologie de la dent (Crédit Poehei Lehartel).

2.4.2. Mise en œuvre

1) Séparation corono-radiculaire de la dent en sectionnant à environ 0,5mm au-dessus de la jonction émail-cément à l'aide du disque à séparer (prodont-holliger « speedy » 7/8 Ø 22m/m) monté sur pièce à main (Trend HD-43EM 1:1 avec moteur à 25000 t/min).

Il est important de rester légèrement au-dessus de la JEC puisque, le CAFE se trouve dans les 2/3 cervical radiculaire.

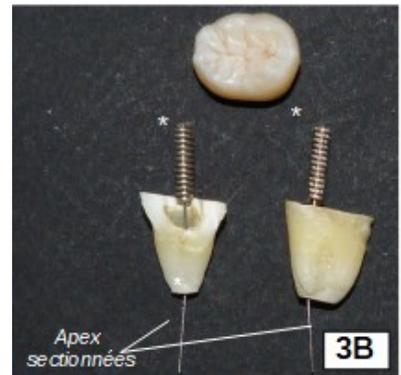
2) Sectionner selon l'axe prédéterminé.



3) Effondrer le plafond de la chambre pulpaire s'il est toujours présent pour permettre l'insertion d'un racleur.



4) Insertion du racleur (*) (*EMC, ets chapotte & Cie. Charquemont, grosseur moyen et fin*) dans le canal de la racine. Ce dernier servira de tuteur et permettra de positionner la dent au centre d'un moule sans qu'elle ne soit au contact d'aucune paroi. Le but étant d'inclure la dent en l'enrobant de résine de toutes parts.



Lorsqu'à l'apex, le canal est fermé, trop étroit ou présente une forme trop complexe pour laisser ressortir le racleur, l'apex est sectionné. Si la portion à sectionner est trop importante (i.e jusqu'à atteindre le CAFE) alors le racleur est ajusté à la longueur du canal.

5) Les différents fragments radiculaires sont isolés dans de nouveaux flacons identifiés. L'identification reste la même que précédemment mais en ajoutant le symbole de la racine. Exemple : racine mésiale de la dent 18 de Mme X : n°1Am.

2.4.3. Difficultés

Durant cette phase deux difficultés majeures ont été rencontrées. Premièrement, visualiser clairement la JEC sur dent humide. Il s'agit de couper ni trop au-dessus de la JEC pour ne pas avoir un excédent de matière inutile, ni trop en-deçà pour ne pas perdre de CAFE. Deuxièmement, la difficulté dans la préhension de la dent lors de la découpe des racines, compte tenu de la taille de certaines dents et de la force de rotation du disque à séparer.

2.5. Phase d'inclusion

2.5.1. Sélection des échantillons à inclure

L'inclusion est une étape qui nécessite du temps et une certaine quantité de matériel, il a été décidé de n'inclure, en priorité, qu'un échantillon par dent.

Un classement est établi afin de hiérarchiser chaque racine d'une même dent par préférence d'inclusion. Il est réalisé en comparant les capacités des différentes racines à fournir une bonne lecture du cément.

◆ Critères de sélection :

- la longueur de la racine : Plus la racine est longue, plus on aura de possibilités d'obtenir des sections contenant du CAFE.

- l'état de surface : Une surface lisse et sans défaut sera privilégiée par rapport à une racine présentant des traces de daviers, des résorptions naturelles ou défauts de structure. Si la coupe se trouve au niveau du défaut, il se peut que le CAFE soit détérioré (**Figure 14**).

- la courbure : Une courbure trop prononcée réduit le nombre de section transversale que l'on peut avoir avec un même angle de coupe.

- la plus grande surface d'observation



Figure 14: Dent présentant une trace de davier au niveau du collet (Crédit Poehei Lehartel)

◆ Catégories du classement :

1 : échantillon de bonne qualité

2 : taille insuffisante (peu de sections disponibles)

3 : présence d'un défaut (tâche, mauvais état de surface, ..)

Si plusieurs échantillons d'une même dent sont de bonne qualité, alors seul celui qui aura les meilleures propriétés sera annoté d'un 1* et inclus (tandis que les autres seront notés -1) (Annexe 2) (Figure 15).



Figure 15 : Trois exemples de classement. 3Bd est classée en catégorie 3 car elle présente un défaut (perte de substance au collet). 3Bm est en catégorie 1 malgré la présence d'un défaut sur la face proximale. Etant donné que c'est la face mésiale qui sera analysée, le défaut n'est pas pris en compte. 9Ad est classée 3 car elle présente une coloration. 1Bm1 a un meilleur classement que 1Bd2 car la surface disponible pour les coupes est plus grande. (Crédit Poehel Lehartel)

2.5.2. Protocole d'inclusion

Avant de procéder à l'inclusion proprement dite des échantillons, des tests sont effectués afin de vérifier la réaction de la résine. Deux type de résine ont été testées : la Technovit 9100 et la EMBED-812 (Annexe 3).

Au vu des résultats défavorables engendrés par une rétraction très importante de la première résine (décrits en 3.1), c'est la résine EMBED-812 qui a été utilisée pour l'inclusion des échantillons (nous décrierons uniquement le protocole concernant cette résine).

A) Préparation de la résine

1) Graduation des récipients pour la préparation des réactifs selon le protocole fourni (méthode en une étape ; voir annexe 3) pour un volume de 42 ml :

- verre doseur EMBED-812 à 20 ml
- verre doseur DDSA (Anhydride Dodécénylsuccinique) à 9 ml (durcisseur)
- verre doseur NMA (Nadic Methyl Anhydride) à 12 ml (durcisseur)

- pipette en plastique DMP-30 (DiMéthylaminométhyl Phénol) à 0,75ml (catalyseur)

2) Mélange des réactifs dans un ordre précis :

- EMBED-812 + DDSA mélange pendant 5 minutes → solution 1
- Solution 1 + NMA mélange pendant 5 minutes → solution 2
- Solution 2 + DMP-30 sous hotte aspirante puis mélange pendant 5 minutes → solution finale

B) Inclusion des échantillons (par lot de 7 racines) **(Figure 16)**.

1) Séchage manuel léger des fragments radiculaires par tamponnage.

2) Insertion de racleurs fins dans le canal de la racine. La dent doit être placée au plus près du manche du racleur pour faciliter la découpe avec la disqueuse.

3) Mise en place d'un échantillon par moule. Le manche du racleur doit être inséré dans le silicone du moule, afin d'immobiliser la racine et éviter toute bascule de cette dernière lors de l'inclusion. La dent doit être au centre du moule, sans toucher les bords, ni dépasser la limite supérieure afin que la résine englobe complètement la racine.

4) Mise en place délicate de la résine dans chaque moule en évitant la formation de bulles.

5) Les moules sont placés à l'étuve à 60° pendant 24h.

6) Une fois polymérisés, les blocs de résine sont retirés des moules et identifiés sur la base.

Cette opération est répétée plusieurs fois afin d'inclure l'ensemble des échantillons classés 1 ou 1+.

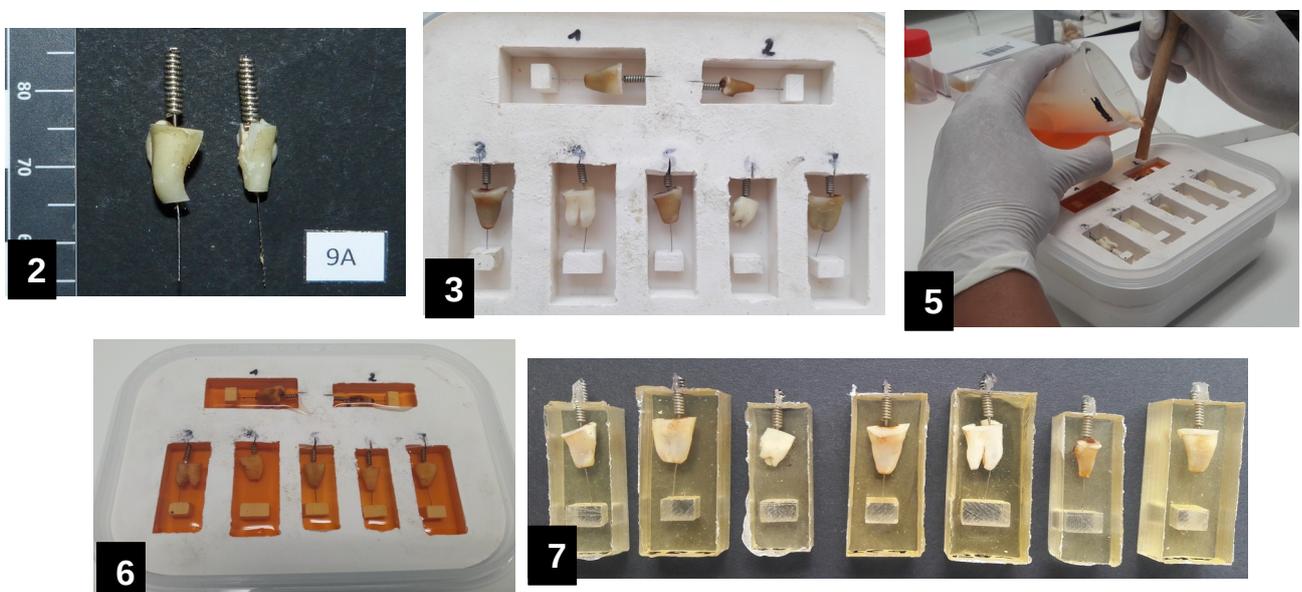


Figure 16 : Description photographique du protocole d'inclusion (Crédit Poehel Lehartel)

2.6. Angulation des blocs de résine

L'inclusion des fragments dentaires rend possible la section de coupes minces histologiques transversales. Cependant, une étape préalable à la coupe doit être réalisée : l'angulation des blocs de résine. Afin de mieux comprendre l'intérêt de cette phase, le rappel de deux notions semble indispensable.

- la cémentogénèse se fait selon l'axe de la racine et non pas celui de la dent.
- la coupe transversale doit se faire perpendiculairement à l'apposition cémentaire afin de discerner nettement le ciment et ses lignes d'incrémentation, et d'éviter l'effet de superposition. En effet, une obliquité de coupe même mineure est susceptible d'entraîner des distorsions lors de la lecture microscopique des marques de croissance du ciment.

Par conséquent, le plan de coupe transversal doit se faire perpendiculairement à la surface radiculaire de la face que l'on aura choisi d'observer. Pour cela, les blocs doivent être angulés, de manière à ce que lorsqu'ils seront placés dans la scie circulaire, la lame de scie arrive selon un angle de 90° sur la face radiculaire choisie (**Figure 17**).

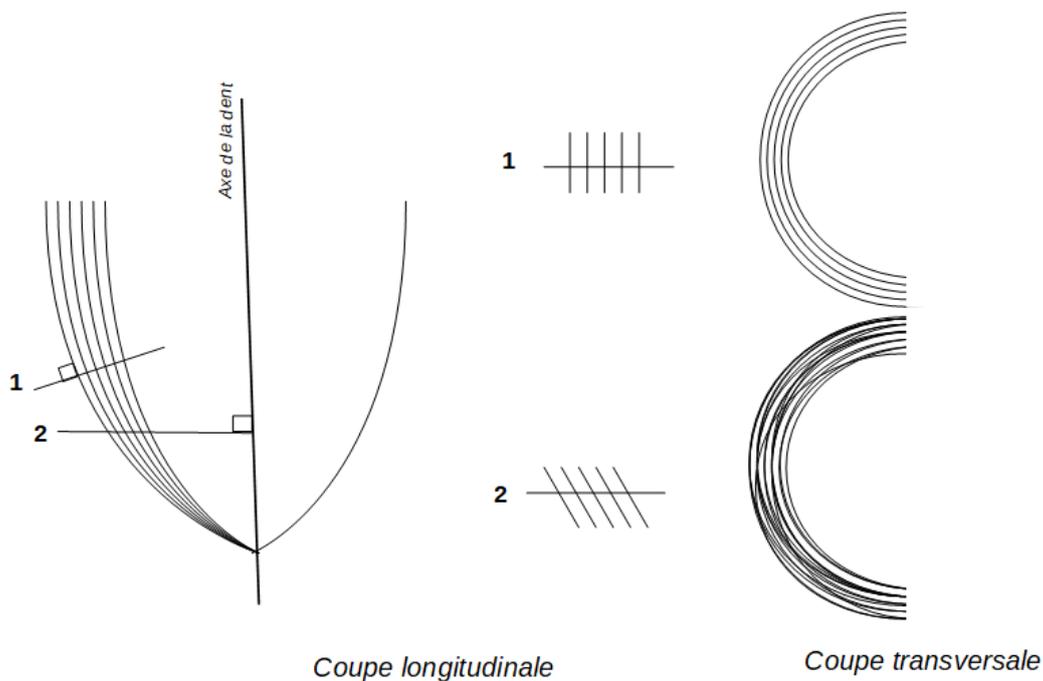


Figure 17 : Schéma décrivant les sections transversales en fonction de l'angle de coupe (Crédit Poehel Lehartel).

2.6.1. Scanner numérique des blocs

Afin de déterminer l'angulation nécessaire, tous les blocs de résine sont numérisés à l'aide d'un scanner à plat *HP scanjet G3010*.

Pour éviter une distorsion de l'image lors de la numérisation, les blocs sont régularisés par ébarbage des extensions de résine sur les arrêtes.

Les contours de la face à scanner sont colorisés en blanc de manière à distinguer correctement les limites du bloc sur un fond noir (**Figure18A**).

Puis, une face de la racine est choisie (selon les mêmes critères que précédemment : longueur, courbure, présence de défaut..), et repérée par un marquage sur la tranche correspondante du bloc (**Figure18B**). Le bloc est ensuite placé sur le scanner (face à scanner vers la vitre), en le centrant parfaitement à l'aide d'un repère de position (**Figure18C**), et recouvert d'un papier fond noir. Suite à l'acquisition, les images sont traitées et archivées.

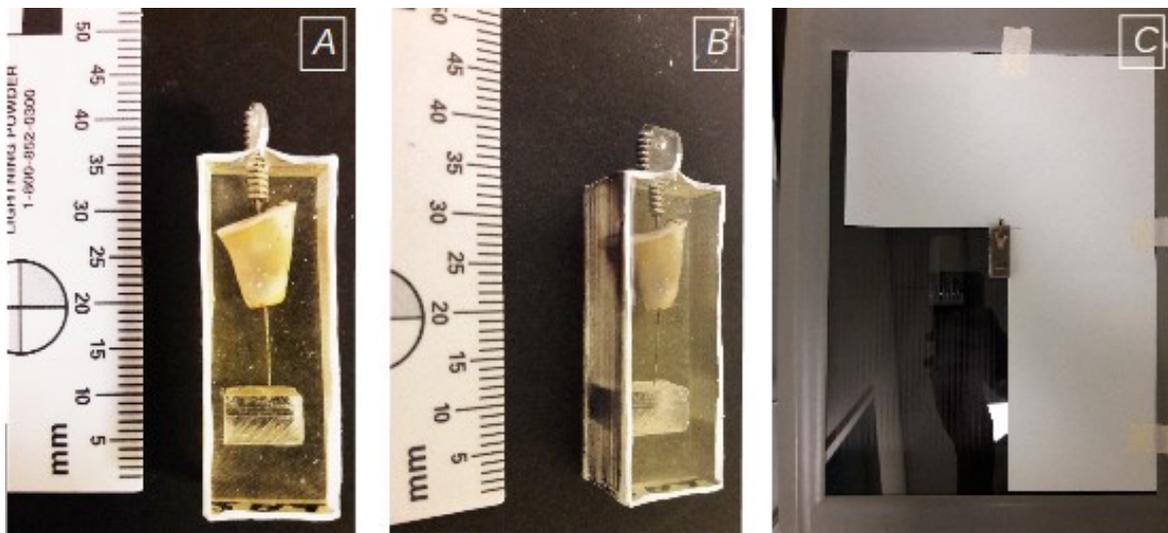


Figure 18 : Description photographique de la numérisation des blocs (Crédit Poehi Lehartel).

2.6.2. Calcul de l'angle α

L'angle α entre la face radiculaire choisie pour l'observation et le rebord du bloc est mesuré à l'aide du logiciel Image J (Figure 20A). Quatre mesures au minimum sont faites, et leur moyenne définit l'angle final (Figure 20B). L'angle α correspond à l'angle α' qui doit être retranché à la base du bloc pour que l'axe radiculaire soit perpendiculaire à l'axe de la lame de scie (Figure 19).

La valeur de l'angle α est ensuite annotée sur le bloc, ainsi que le coin du bloc à tailler (Figure 20C).

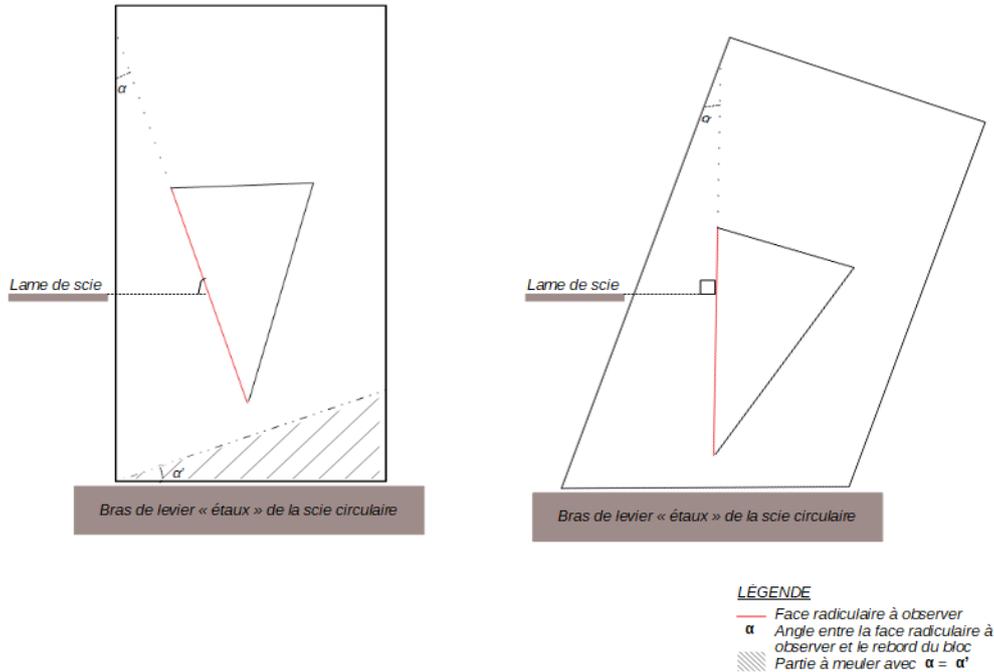


Figure 19 : Schéma explicatif sur le positionnement à 90° de la face à observer par rapport à la lame de scie (Crédit Poehi Lehartel).

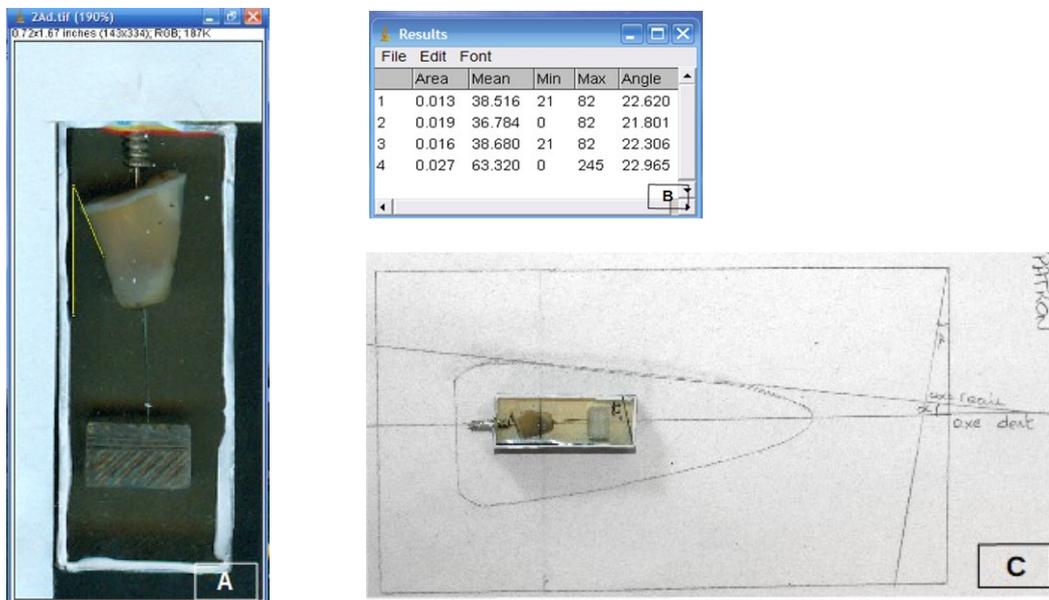


Figure 20 : Protocole du calcul de l'angle α (Crédit Poehi Lehartel).

2.6.3. Meulage du bloc

La dernière étape consiste à meuler le coin du bloc identifié selon l'angle α déterminé dans l'étape précédente. L'angulation du support de la meuleuse est réglée selon la valeur de l'angle α . Puis la base du bloc est meulée jusqu'à l'obtention d'une surface entièrement droite. L'angle est ensuite vérifié avec un rapporteur d'angle numérique (**Figure 21**).

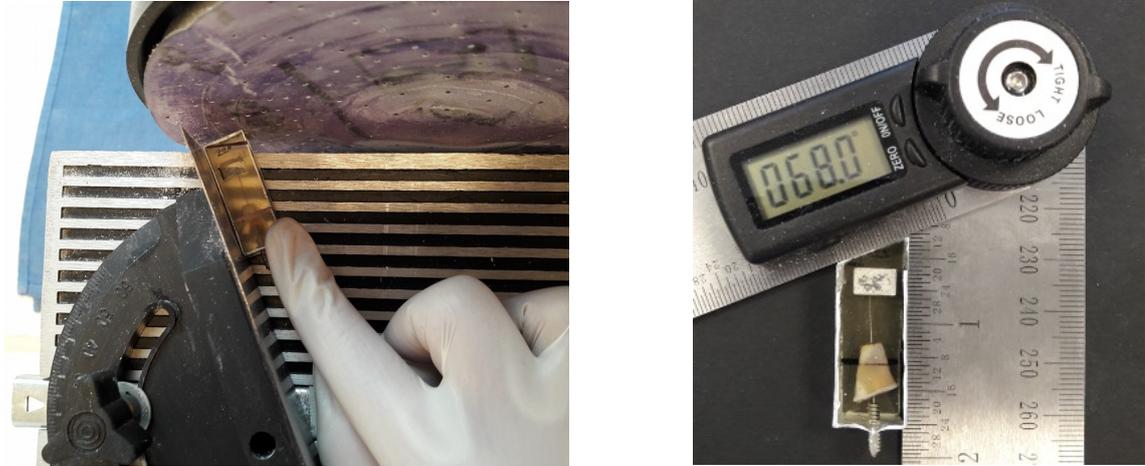


Figure 21 : A gauche : Support angulé à la valeur α (dans ce cas $\alpha=22^\circ$) , meulage du bloc. A droite : Vérification de l'angle avec un rapporteur d'angle numérique (Crédit Poehei Lehartel).

2.7. Section des dents

Une fois le bloc taillé, il peut être monté à l'aide de l'étau sur la scie circulaire de précision (*11-1180 Isomet low speed saw*). Une première section permet l'élimination de la partie supérieure à la jonction émail-cément (JEC), puis des coupes transversales successives de 150 microns sont réalisées à basse vitesse (vitesse 3, environ 80 tours/min) avec une lame diamantée perpendiculaire à l'axe de la face choisie, depuis la zone infra JEC jusqu'à la fin des 2/3 de la racine. Les études montrent que quelques coupes (3-4) sont suffisantes, car les incréments de CAFE sur différentes sections d'une même dent sont corrélés (42). Mais le manque d'expérience et de pratique nous amène à prévoir plus de matériel histologique en cas de souci lors des manipulations.

L'*Isocut Fluid* est utilisé durant la phase de coupe comme liquide de refroidissement à base d'huile.

Les coupes sont ensuite rincées à l'eau, séchées, identifiées (les numéros de coupe suivent une direction cervico-apicale) et stockées à l'air ambiant (**Annexe 4**).

Notons que préalablement à la section proprement dite des coupes, de nombreux essais ont été effectués afin de déterminer l'épaisseur de coupe moyenne des coupes obtenues et le réglage du micromètre.

La revue de la littérature préconise l'observation de coupe de 100 μ m. Cependant, afin de calculer au mieux l'épaisseur finale, il faut y rajouter l'épaisseur de matière enlevée par l'épaisseur du disque diamantée, ainsi que celle des diverses phases de polissage de la résine.

Au total, le déplacement du micromètre doit donc tenir compte des 100 μ m finaux, du surplus d'épaisseur utile au polissage, et de l'épaisseur de la lame de scie.

Pour chaque coupe, la vis micrométrique de la scie a donc été réglée à 400 μ m, de sorte que 400 μ m de racine soient enlevés à chaque coupe. Un minimum de 250 μ m (épaisseur de la lame de 250 μ m plus ou moins quelques μ m pour le mouvement latéral de la lame) est retranché à chaque coupe. Au final, on obtient une coupe de 130 ou 160 μ m d'épaisseur.

2.8. Montage sur lame

Comme pour la section des blocs, de nombreux essais ont été réalisés afin de mettre au point le meilleur protocole de montage sur lame.

Les premières coupes ont d'abord été montées sur lame en utilisant la résine de montage *Eukitt quick-hardening*. Mais après 24h de séchage à température ambiante, de nombreuses coupes présentaient un aspect incompatible avec une bonne lecture microscopique (décollement de la coupe avec un aspect soufflé).

En conséquence, il a été décidé de monter les coupes suivantes à l'aide de colle *Cyanoacrylate* qui offre un collage instantané. Un essai a également été fait avec le *Baume du Canada*.

Pour les trois produits, la mise en œuvre reste la même. Dépose sur une lame propre d'une grosse goutte de liquide montage (dose suffisante pour qu'il n'y ait pas de vide) puis pose de la coupe inclinée par un bord pour éviter les bulles d'air. Dans le cas de l'Eukitt, la prise nécessite 24h, alors que quelques minutes suffisent pour la Cyanoacrylate.

Chaque lame est identifiée, et un repère est placé pour reconnaître la face à observer (grâce à la colorisation de la tranche de la coupe) (**Figure 22**) (**Annexe 4**).

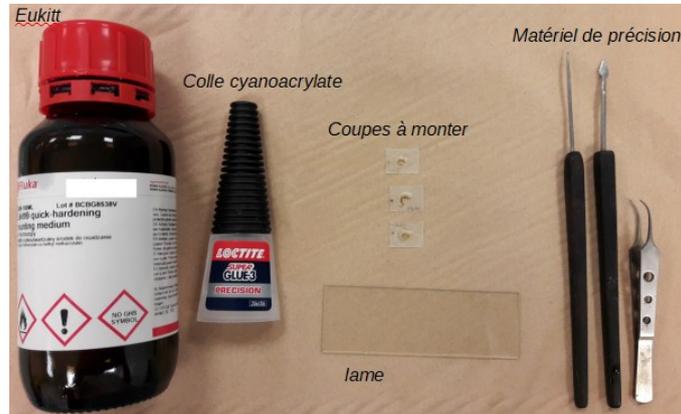


Figure 22 : Matériel nécessaire au montage des coupes sur lame (de gauche à droite : liquide de montage Eukitt, colle cyanoacrylate, coupe et lame, instrument de précision) (Crédit Poehei Lehartel).

2.9. Polissage

Suite au montage des coupes sur lame, une phase de polissage de la face opposée s'avère indispensable pour deux raisons.

La vétusté de la scie circulaire, associée à un axe de rotation de l'arbre présentant un certain mouvement secondaire a pour effet de donner des coupes d'épaisseurs non homogènes.

Aussi, la lame de scie, a laissé durant la coupe, de larges traces de rayures (larges mais très peu profondes) gênant l'observation.

Le polissage permet d'amener les coupes à une épaisseur proche de 100µm, en rendant la surface la plus lisse possible.

Le polissage mis en place est un polissage manuel, réalisé au moyen de papier de verre de différentes granulométries. Durant l'élaboration du protocole, les tests ont permis de sélectionner les granulométries adéquates ainsi que le temps de passage moyen sur chacune d'elle que nous allons développer.

◆ Mise en œuvre :

L'épaisseur de chaque coupe est mesurée après la section (épaisseur de coupe notée **c**), de même que l'épaisseur de chaque lame de montage avant le polissage (épaisseur coupe+lame notée **c+L**). Ainsi, par un calcul simple, il est possible de connaître l'épaisseur du montage à atteindre (épaisseur notée **objectif**) pour que la coupe fasse 100µm (**Annexe 4**).

$$(c+L) - c = x$$

$$x + 100 = \text{épaisseur souhaitée (objectif)}$$

$$x = \text{lame} + \text{colle}$$

Chaque lame est placée dans un porte lame et polie manuellement sur le papier de verre, par des mouvements circulaires, à rythme constant et avec une légère pression. La séquence granulométrique de papier de verre adoptée est : P2500 – P3000 – P5000, à utiliser avec de l'eau. Les lames passent de la granulométrie la plus élevée à la plus fine, avec des temps de polissage variables en fonction de l'épaisseur restante, et ce, jusqu'à l'obtention d'une préparation de 100µm (**Figure 23**).

Selon l'épaisseur de départ, il est possible de passer outre les granulométries P2500 ou P3000. Cependant, il est indispensable de polir à P5000 (minimum 2 minutes), cela améliore l'état de surface de la coupe en réduisant les rayures causées par la lame de scie ou/et par les granulométries précédentes.

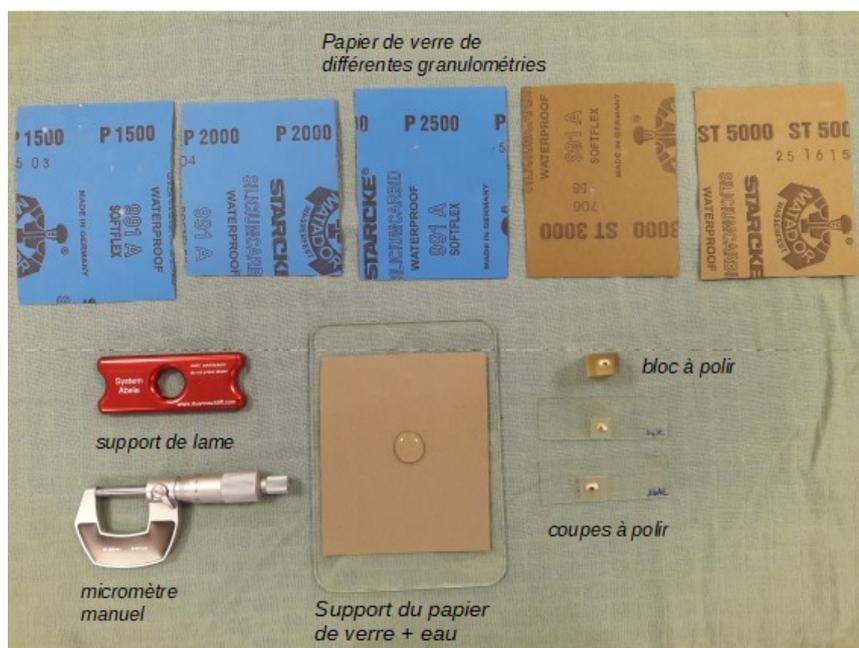


Figure 23 : Matériel nécessaire au polissage des coupes et des blocs (Crédit Poehel Lehartel).

2.10. Observation au microscope optique

Les coupes sont ensuite observées au microscope optique (Olympus BH-2) aux grossissements x10 à x40. Les prises de vues sont réalisées à l'aide d'un appareil photo numérique (Olympus E-420, 10,0 Mpix) et par caméra microscope digitale (Moticam 2500 USB 2.0). Celle-ci est adaptée directement sur l'oculaire du microscope optique ou du microscope binoculaire.

Chaque coupe est marquée comme exploitable ou non, en fonction de la possibilité d'observation, et la présence ou l'absence de CAFE est également rapportée (**Annexe 4**).

2.11. Protocole 2 :

Après un certain nombre de coupes, suite au montage des coupes sur lame des complications survenaient, telle que l'infiltration d'air entre la lame et la coupe, entraînant le soulèvement de cette dernière. Il paraissait évident de trouver une solution, pour remédier à ces complications.

Un nouveau protocole nommé 2 a été établi, ce dernier reprend les mêmes étapes que le protocole n°1 jusqu'à l'angulation des blocs.

Suite à l'angulation des blocs, une première section permet de se débarrasser de la partie coronaire jusqu'à la JEC. La face supérieure du bloc radiculaire restant est ensuite polie manuellement aux granulométries P3000 et P5000. Une fois la face lisse et translucide, le bloc dans sa globalité est monté sur une lame à la colle cyanoacrylate (face polie contre la lame).

Ce montage est ainsi inséré dans un bras de découpe de l'Isomet compatible avec les lames pour microscopes. La lame de scie est alors amenée au plus près du bras de découpe pour que la coupe soit la plus fine possible. A la différence du protocole 1, l'épaisseur de coupe n'est plus sous notre contrôle via le micromètre, mais dépend uniquement de la conformation du bras de découpe.

La coupe obtenue directement sur la lame peut ensuite être polie manuellement. Contrairement au polissage du protocole 1, les coupes sont beaucoup plus épaisses, ce qui nous oblige à utiliser des papiers de verre de granulométrie plus élevées. La séquence adoptée après de nombreux tests est : P1500 – P2000 – P2500 – P3000 – P5000. Le temps de polissage pour chaque granulométrie est à adapter en fonction des épaisseurs obtenues au fur et à mesure mais les temps respectifs moyens sont les suivants (**Annexe 4**):

Granulométrie	P1500	P2000	P2500	P3000	P5000
Temps de polissage	4 min	2-4 min	2-4 min	2-4 min	2 min

2.12. Analyse

Parmi les multiples étapes que comprend le protocole dans la mise en évidence du cément acellulaire, certaines d'entre elles ont posées des difficultés de réalisation. En effet, nous avons enregistré un certain nombre d'échecs (qui seront détaillés dans la partie suivante), gênant l'observation finale des coupes.

Afin de mieux évaluer et identifier ces difficultés, des critères ont été définis pour permettre de catégoriser chaque coupe comme étant une coupe « exploitable » ou « non exploitable ».

- Les critères qui définissent une coupe comme étant défectueuse lors de la phase d'inclusion sont :
 - la présence de bulles d'air
 - la présence de hyatus entre dent/résine (fissure, désolidarisation pendant la coupe...)

- Les critères qui définissent une coupe comme étant défectueuse après la section sont :
 - une épaisseur de coupe $\leq 80\mu\text{m}$ ou $\geq 200\mu\text{m}$
 - une coupe cassée due à une épaisseur trop faible
 - section d'une moitié de coupe à cause du disque voilé

- Les critères qui définissent une coupe comme étant défectueuse après le montage sont :
 - une coupe mal collée
 - une infiltration d'air entre la coupe et la lame de montage
 - une coupe contaminée par la colle de montage ou par la plastiline (empêchant d'observer les structures dentaires)
 - la portion dentaire incluse détachée de la résine lors du montage

- Les critères qui définissent une coupe comme étant défectueuse après le polissage sont :
 - la portion dentaire incluse ou/et la résine arrachée durant le polissage
 - une infiltration d'air entre la coupe et la lame de montage durant le polissage
 - une contamination par l'eau et les résidus dentaires
 - une coupe décollée de la lame de montage

- Le critère qui définit une coupe comme étant non exploitable à l'observation microscopique est :
 - une difficulté à observer la face radulaire choisie (contamination, arrachée, infiltration d'air entre coupe et lame de montage, etc..)

A l'issue, les deux protocoles sont comparés selon ces variables (inclusion, section, montage, polissage, observation). Pour chacun des critères, deux modalités sont proposées « exploitable » ou « non exploitable ».

L'objectif principal de cette thèse, à savoir, l'existence de ciment acellulaire à fibres extrinsèques sur les dents incluses, sera évalué en calculant la proportion de dents ayant du CAFE par rapport aux dents totales observées.

3. PRÉSENTATION ET ANALYSE DES RÉSULTATS

3.1. Validité et comparaison des deux protocoles

Au fur et à mesure des expérimentations, un certain nombre d'incidents ont été constatés, nous obligeant à adapter le protocole prévu. Le descriptif de ces derniers est exposé de manière qualitative et quantitative.

L'analyse quantitative consiste, pour les étapes de section, de montage, de polissage et d'observation, à définir chaque coupe comme « exploitable » ou « non exploitable » en fonction des critères établis précédemment.

Les proportions, des coupes exploitables par rapport aux coupes totales soumises à l'étape, sont résumées dans les tableaux ci-dessous. Ceci dans le but de comparer le taux de réussite pour chaque étape, ainsi que les protocoles 1 et 2.

◆ *Action des racleurs*

Pour rappel, nous avons décidé d'utiliser les racleurs comme tuteurs de la dent dans le moule silicone lors de l'inclusion. A cet effet, les racines étaient préparées et stockées dans un flacon avec de l'eau. Malheureusement, suite à une interruption prolongée des expériences, la majorité des racleurs insérés dans les canaux ont rouillés avec extension sur la racine elle même (**Figure 24**).

Un protocole de nettoyage aux ultrasons a été établi afin de retirer le maximum de ce dépôt pour ne pas entraver l'observation du CAFE.

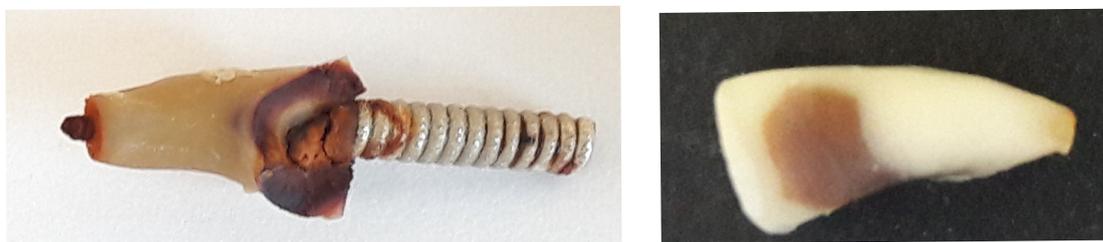


Figure 24 : A) Dépôt de rouille autour du racleur contaminant les structures dentaires. B) Fragment radiculaire contaminé par le dépôt de rouille

◆ *Choix de la résine d'inclusion*

Initialement notre choix de la résine d'inclusion s'était porté sur la résine Technovit 9100. Cette dernière a été préparée selon les recommandations du fournisseur, cependant à l'issue de l'inclusion nous avons noté une diminution lors de la phase de durcissement comme une évaporation anormale du solvant constituant la partie majoritaire du mélange initial.

Par conséquent le choix d'une autre résine a été faite, il s'agit de la résine EMBED-81. A l'issue de l'inclusion les résultats sont concluants : prise complète de la résine en 24h, dureté adéquate et translucidité de cette dernière (**Figure 25**).



Figure 25 :

A) Blocs obtenus avec la résine Technovit. Résine rétractée, opaque, de couleur marron foncé.

B) Comparaison des blocs obtenus avec les deux résines différentes.

C) Blocs obtenus avec la résine EMBED-81. Résine dur, translucide, non rétractée (Crédit Poehei Lehartel).

Les coupes obtenues présentaient parfois des défauts imputables à l'étape d'inclusion. Il s'agit de hiatus entre la dent et la résine, de trous dus à des bulles d'air piégées lors de l'inclusion, ou encore de la portion dentaire qui se détache de la résine d'inclusion (**Figure 26**). L'absence d'inclusion en résine sous vide pourrait être à l'origine de la présence de ces bulles d'air.

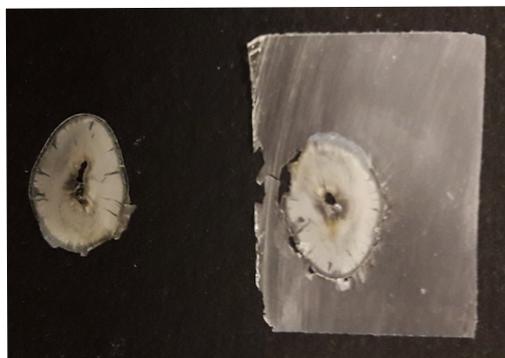


Figure 26 :

A gauche : portion dentaire qui s'est complètement détachée de la résine suite à la coupe

A droite : fissure du joint entre la portion dentaire et la résine.

Traces de rayures de la lame de scie visibles (Crédit Poehei Lehartel)

◆ *Section des coupes*

Protocole 1 : Même si, lors du protocole 1, le déplacement du micromètre était identique, la section des coupes était aléatoire et fournissait des épaisseurs de coupes hétérogènes liées en partie à l'instabilité de l'axe supportant le disque diamanté de la disqueuse.

Un réglage du micromètre avec un surcalibrage (>400µm) pour atteindre une épaisseur de coupe adéquat était parfois nécessaire.

De nombreuses coupes ont été perdues lors du protocole 1, en effet la fréquence de réussite de l'étape de coupe est à peine supérieure à 50 % (**Tableau 3**). Le rendement est très insatisfaisant, mais traduit parfaitement la difficulté ressentie lors des manipulations. Nos faibles résultats s'expliquent par la vétusté de la scie circulaire utilisée (datant de 1974) : notamment par l'instabilité de l'axe supportant le disque diamanté, corrélé à la faible épaisseur de coupe imposée.

Protocole 2 : Le protocole 2 n'a subi aucune de ces complications. La différence réside dans l'épaisseur de coupe plus élevée, dictée par la position du bras support de lame. Ce qui a pour effet de donner des coupes, d'épaisseurs variables certes, mais entières. Aussi les coupes sont plus solides du fait que la coupe soit déjà collée à la lame.

COUPE	<i>Protocole 1</i>	<i>Protocole 2</i>
<i>Coupe exploitable (en%)</i>	58	100

Tableau 3 : Taux de réussite (proportion des coupes exploitables par rapport aux coupes totales ayant subi l'étape) de la coupe.

Avec le matériel dont nous disposons, le protocole 2 est largement plus efficace que le protocole 1 puisqu'il a un taux de succès de 100 % (**Tableau 3**).

Selon Mallar K. & al, de meilleurs résultats peuvent être obtenus par section au microtome. Afin de maintenir une épaisseur uniforme et minimiser les changements anatomiques comme l'écaillage du ciment causé par les disques (55).

◆ **Montage des coupes sur lame**

Le montage des coupes sur lame est une étape qui a aussi posé beaucoup de difficultés.

Protocole 1 : L'infiltration d'air entre la coupe et la lame constitue le problème le plus récurrent au cours du protocole 1. C'est à dire que quelques minutes après la pose de la coupe sur le liquide de montage Eukitt, la portion contenant la dent se soulevait complètement de la lame. Avec cet aspect « soufflé », « bombé », les chances de succès lors des étapes suivantes étaient considérablement amoindries (**Figure 27**). Une hypothèse qui pourrait expliquer ce phénomène, est la persistance d'un vide à l'intérieur du canal, du aux bulles d'inclusion, qui réduit la force d'adhésion du liquide de montage. Cette dernière sera d'autant plus mis à mal par les forces de cisaillement engendrés par les mouvements latéraux du polissage.

Afin de corriger ce problème, nous avons tenté de lester d'un poids (plot de plastiline) la zone incluant la portion dentaire pendant de la prise afin d'éviter qu'elle ne se soulève. Cette expérimentation n'a eu que très peu de résultats concluants. Malgré le fait que certaines aient résisté au soulèvement, la plupart des coupes se sont retrouvées contaminées par la plastiline (**Figure 27**), et/ou par le liquide de montage qui avait fusé sur la coupe, par les bords, ou par les trous correspondant aux bulles d'inclusion. Dans certains cas extrêmes, la portion dentaire s'est complètement arrachée de la résine.

Dans un deuxième temps, l'Eukitt a été remplacé par la colle cyanoacrylate. De par ses propriétés de collage instantanée, qui pourrait empêcher le soulèvement progressif de la coupe. Le phénomène s'est légèrement atténué, mais persistait sur certaines coupes à un degré moindre.

Un troisième liquide de montage a été utilisé : le Baume du Canada. Ce dernier a donné des résultats très décevants. Même après plusieurs jours, la prise n'était toujours pas complète.

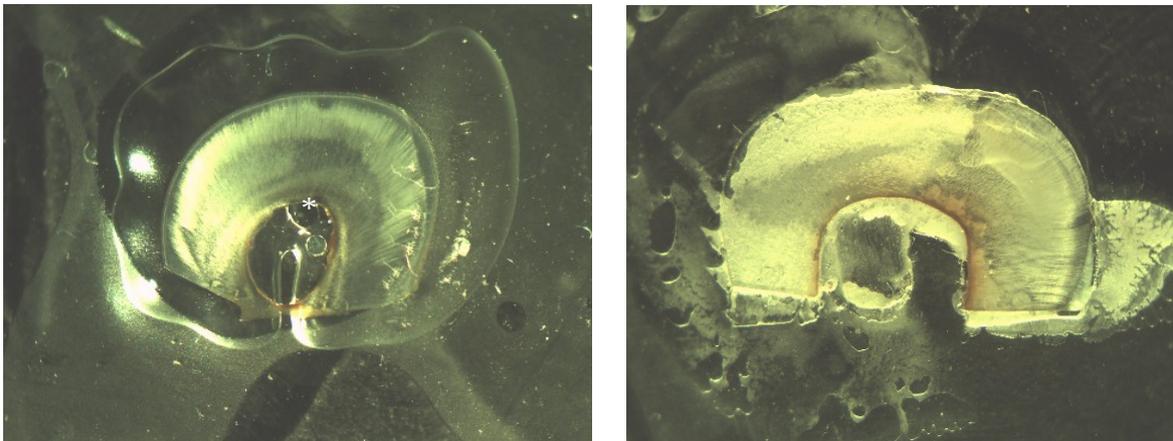


Figure 27 : A gauche : Auréole autour de la dent traduisant le décollement de la coupe. On peut apercevoir le trou () dû à une bulle d'inclusion. A droite : Coupe contaminée par la plastiline (Crédit Poehel Lehartel).*

Protocole 2 : Tous les phénomènes décrits précédemment, ne concerne que le protocole 1. En effet, la question ne se pose pas pour le protocole 2 dès lors que les bulles d'inclusion ont été bouchées par la colle cyanoacrylate et que le bloc en entier est monté. Une coaptation parfaite existait entre le bloc et la lame de montage, sans aucun soulèvement.

Le taux de réussite pour l'étape de montage est égal à 23,8 % pour le protocole 1 et à 100 % pour le protocole 2 (**Tableau 4**).

MONTAGE	<i>Protocole 1</i>	<i>Protocole 2</i>
<i>Coupe exploitable (en%)</i>	23,8	100

Tableau 4 : Taux de réussite (proportion des coupes exploitables par rapport aux coupes totales ayant subi l'étape) du montage.

◆ *Polissage*

Protocole I : L'épaisseur supplémentaire dédiée au polissage s'avère très utile puisqu'on a une amélioration significative de la netteté d'une lame brute à une lame polie (**Figure 28**).

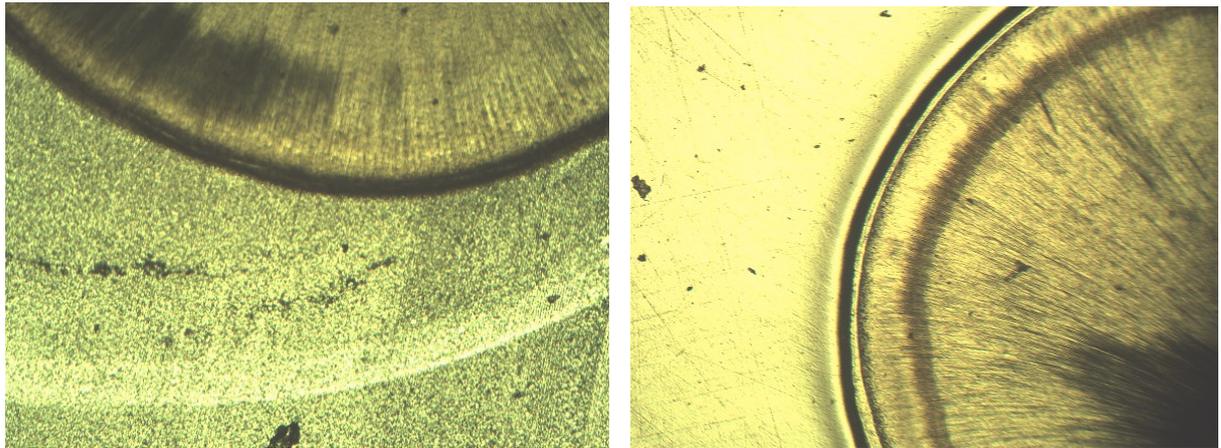


Figure 28 : A gauche : coupe brute avec un état de surface rugueux. A droite : Coupe polie (jusqu'au P5000) avec quelques rayures mais une surface plus lisse qui permet une meilleure diffusion de la lumière. (MO x10)

Par contre, les lames qui s'étaient soulevées pendant le montage, se retrouvent contaminées par l'eau et les résidus de dent lors du polissage (**Figure 29**).

De plus, la résine d'inclusion ou la coupe entière pouvaient parfois être arrachées à cause des forces horizontales exercées lors du polissage.

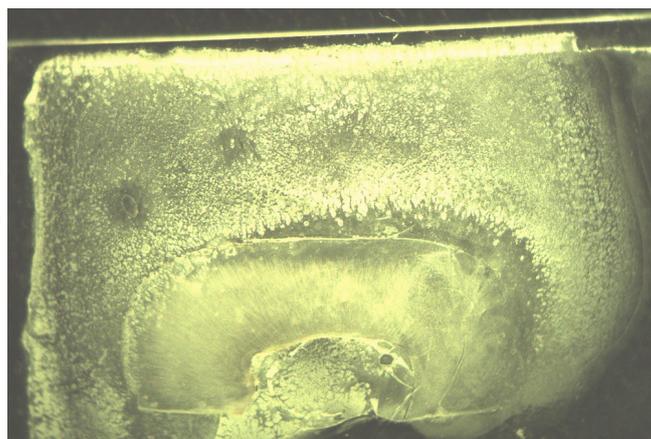


Figure 29 : Au cours du polissage, passage de l'eau chargée de débris dentaire sous la coupe qui s'était soulevée lors du montage.(binoculaire)

Protocole II : Le polissage des faces inférieures et supérieures de la coupe améliore nettement leur état de surface. La lecture est meilleure comparée aux coupes du protocole I où une seule face est polie. Les rayures et la rugosité de surface se sont significativement estompées, ce qui permet à la lumière de traverser plus uniformément la coupe (**Figures 30-31**).

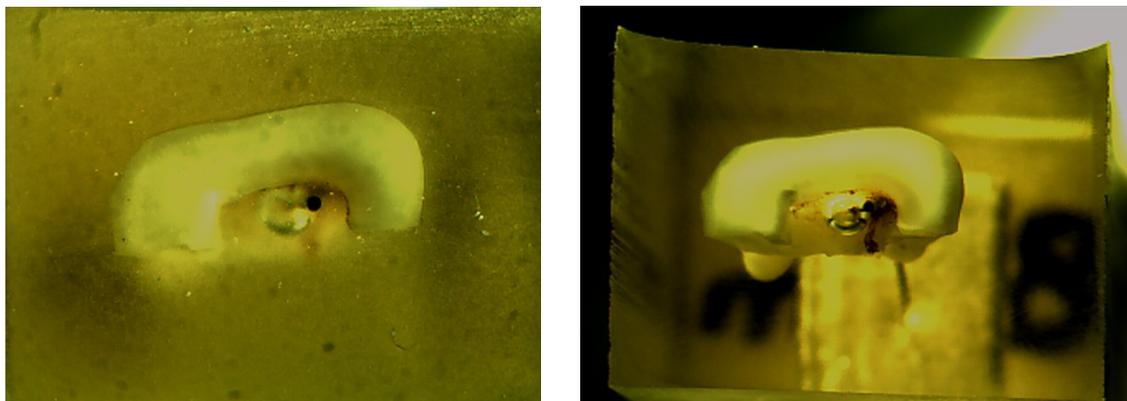


Figure 30 : État de surface de la face inférieure (qui sera ultérieurement collée à la lame) avant et après polissage du bloc aux granulométries 3000 et 5000 (binoculaire)

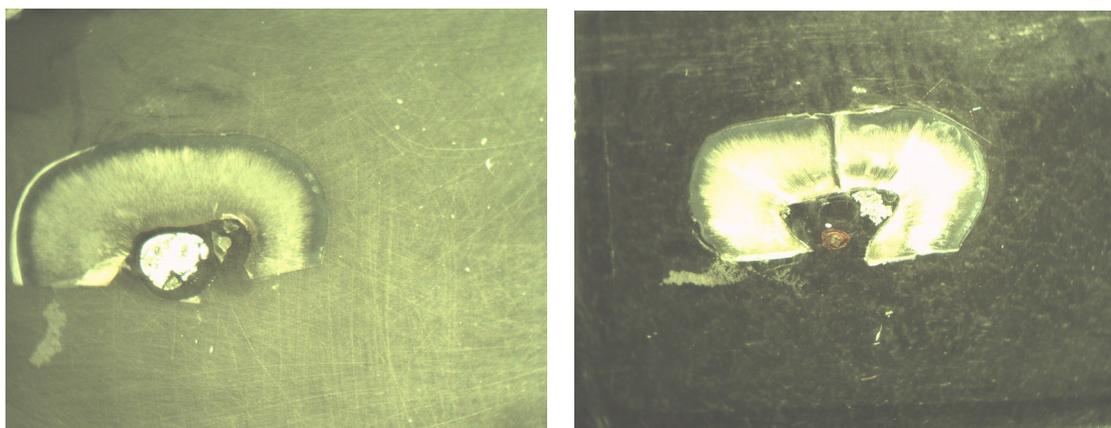


Figure 31 : État de surface des coupes issues du protocole II après polissage à 1500 (à gauche) et 2000-2500-3000-5000 (à droite). Le polissage à 1500 permet de réduire l'épaisseur mais engendre beaucoup de rayures, elles s'estompent au fil des granulométries.

En revanche, le problème d'infiltration d'air entre coupe et lame mentionné lors du montage au cours du protocole 1, est apparu lors de l'étape de polissage pour le protocole 2. En effet, nous avons pu observer la formation progressive de petits « tunnels », reliant les bords et le centre de la coupe, qui ont permis l'infiltration d'air. La coupe se soulevait subitement lorsqu'elle avait atteint une épaisseur proche de 100 μ m.

Dans les deux protocoles, l'épaisseur faible serait un facteur essentiel au soulèvement de la coupe. Cependant, certaines coupes ne contenaient aucun pertuis, mais se soulevaient malgré tout.

On aurait pu penser que les colles utilisées ne soient pas adaptées au collage de la dent, mais l'Eukitt a montré son efficacité dans plusieurs études précédentes.

Ou encore, que l'air emprisonné était lié à une réaction entre la résine et la colle, mais le phénomène s'est produit avec deux colles différentes. En effet, que ce soit avec l'Eukitt ou la cyanoacrylate, il existe toujours cette infiltration d'air, mais à des degrés moindres pour la seconde.

Une autre complication rencontrée concerne le décollement de la coupe de sa lame de montage. Cela peut s'expliquer par le fait que la colle cyanoacrylate perd de son efficacité au contact de l'eau, ajouté à cela les forces horizontales de cisaillement exercées sur la coupe lors des mouvements de polissage. Aussi les temps de polissage sont plus long (en moyenne 20 minutes) car les épaisseurs de coupes sont plus élevées.

Les taux de succès sont plus importants pour le protocole 1 (**Tableau 5**). Ce résultat est biaisé, car les lames contaminées par l'eau et les résidus dentaires ont été notées comme « non exploitables » uniquement pour le protocole 2. Pour le protocole 1, cette contamination a été imputé au montage, lorsqu'elle s'est soulevée. Car on ne peut prédire si la coupe se serait soulevée et contaminé lors du polissage.

POLISSAGE	<i>Protocole 1</i>	<i>Protocole 2</i>
<i>Coupe exploitable (en%)</i>	81,3	31,6

Tableau 5 : Taux de réussite (proportion des coupes exploitables par rapport aux coupes totales ayant subi l'étape) du polissage.

◆ **Observation**

L'une des initiatives du protocole 2, est la volonté d'avoir une coupe avec les faces supérieures et inférieures polies. A l'observation au microscope, nous avons pu voir une différence significative de la netteté. Le fait de polir les deux faces, et pas seulement la face supérieure, permet le lissage parfait et une meilleure transmission de la lumière. Ce qui permet au final de mieux distinguer les structures dentaires.

Cependant, certaines coupes ont été tellement détériorées lors de certaines étapes que la visualisation du ciment est impossible (**Figure 32**) (**Tableau 6**).

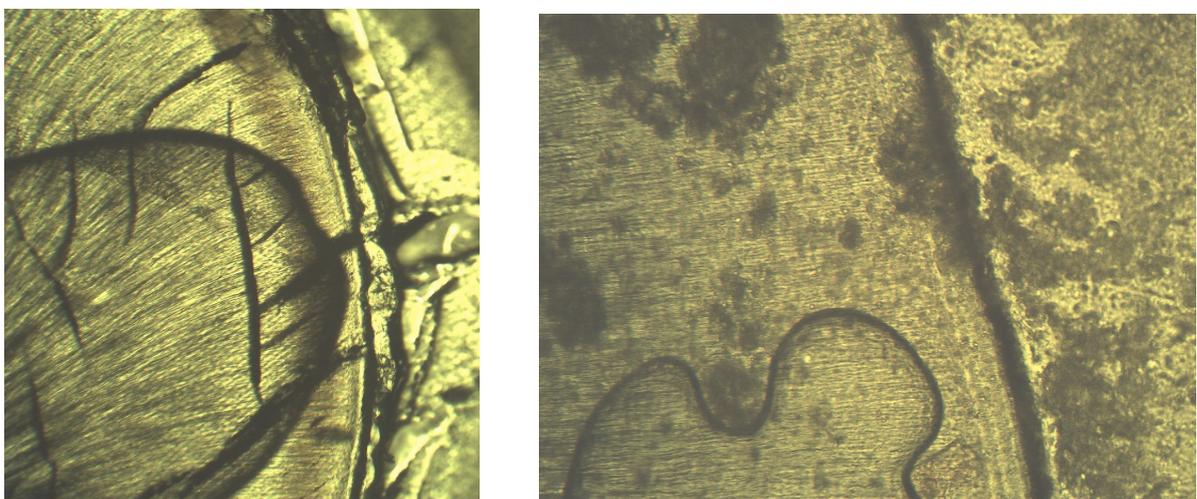


Figure 32 : Coupes non exploitables en raison de la contamination par l'eau et les fissures entre la dent et la résine (à droite) et de l'eau et la plastiline (à gauche). (MOx10)

OBSERVATION	<i>Protocole 1</i>	<i>Protocole 2</i>
<i>Coupe exploitable (en%)</i>	68,8	84,2

Tableau 6 : Taux de réussite (proportion des coupes exploitables par rapport aux coupes totales ayant subi l'étape) de l'observation.

◆ **Bilan**

Le rendement total, c'est à dire le nombre de coupes exploitables finales sur le nombre de coupes de départ, est de 57,7 %. Soit moins de la moitié des coupes n'ont pas pu être observées. Le protocole 2 offre un rendement largement supérieur (76,2 %) à celui du protocole 1 (31,9%) (Tableau 7).

RENDEMENT	<i>Coupe exploitable (en%)</i>
<i>Protocoles 1 & 2</i>	57,7
<i>Protocole 1</i>	31,9
<i>Protocole 2</i>	76,2

Tableau 7 : Rendement des protocoles 1 et/ou 2

Ce protocole expérimental, appliqué pour la première fois sur un échantillon composé exclusivement de dent de sagesse incluses a montré sa validité, dès lors que l'on a pu observer des structures cémentaires. Les différentes difficultés rencontrées au cours des manipulations ainsi que les taux de réussite des différentes variables de chaque protocole, nous amène à penser que le protocole n° 2 est plus pertinent : de par une meilleure observation des structures dentaires, et un taux de réussite de 100 % des étapes d'inclusion, section et montage. Cependant, il sera nécessaire d'apporter quelques modifications afin de l'améliorer. Il conviendra de changer le protocole de montage, et éventuellement mécaniser le polissage.

3.2. CAFE et dents incluses

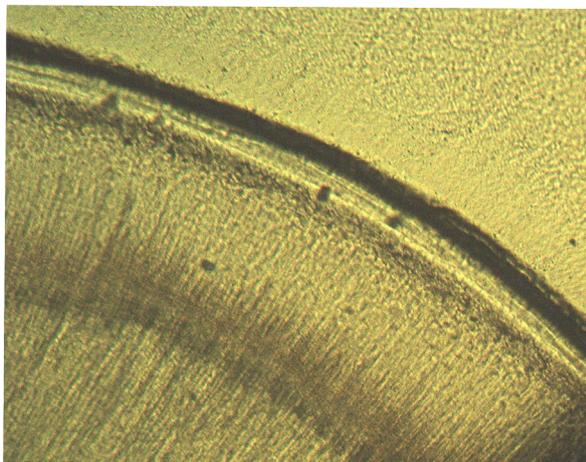
Sur 17 dents au total, nous avons pu constater la présence de ciment acellulaire à fibres extrinsèques sur 9 d'entre elles, soit 64,7 %. 4 dents sur 9 lors du protocole 1 et 5 dents sur 8 lors du protocole 2, ce qui correspond respectivement à 44,4 % et 62,5% (**Tableau 8**) (**Figure 33**).

	TOTAL	Protocole 1	Protocole 2
<i>nb de dent ayant du CAFE /nb de dent observée</i>	9/17	4/9	5/8
%	53	44,4	62,5

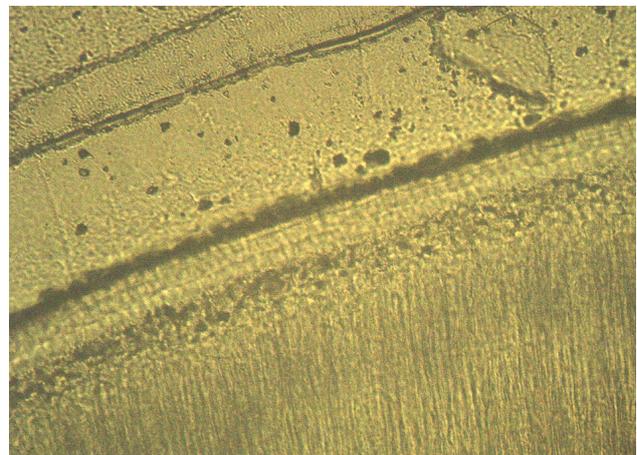
Tableau 8 : Proportion de dent possédant du CAFE sur le total des dents observées.

L'épaisseur du CAFE varie en fonction des dents mais est de faible épaisseur dans l'ensemble. Sa répartition fluctue en fonction des coupes d'une même dent, ainsi que sur la face observée d'une même coupe.

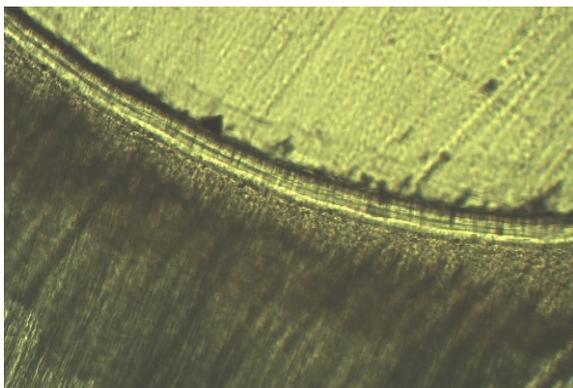
Du ciment cellulaire a été observé sur un certain nombre de dents (même celles sans CAFE), essentiellement dans les zones de furcations et concavités (**Figure 34**).



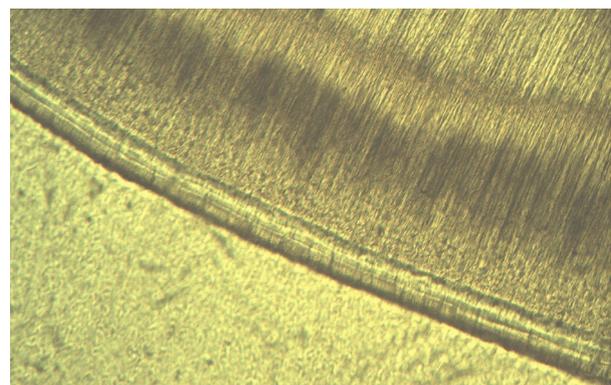
1Cd8 (MOx10)



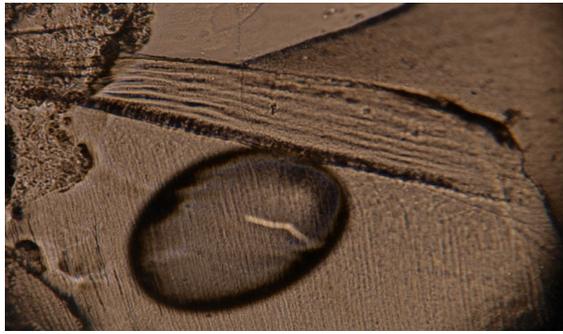
1Cd7 (MOx40)



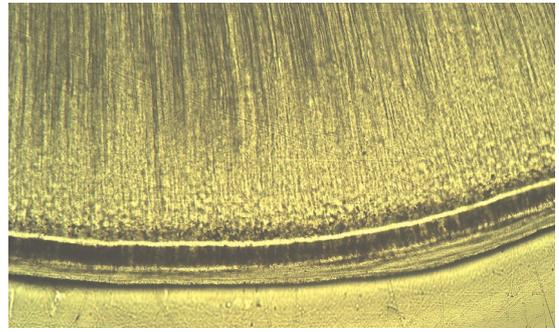
1Dm5 (MO x20)



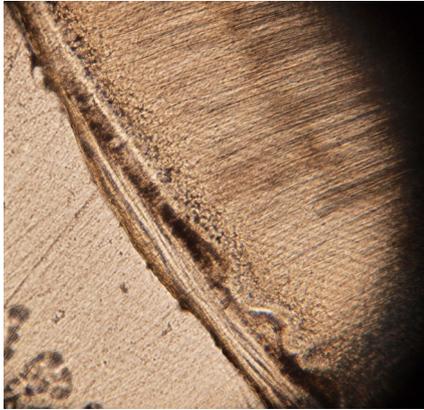
4Ad7 (MOx10)



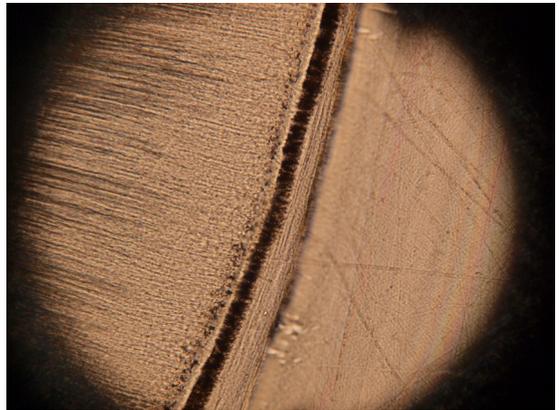
5Bv2 (MOx10)



7Cd2 (MOx20)

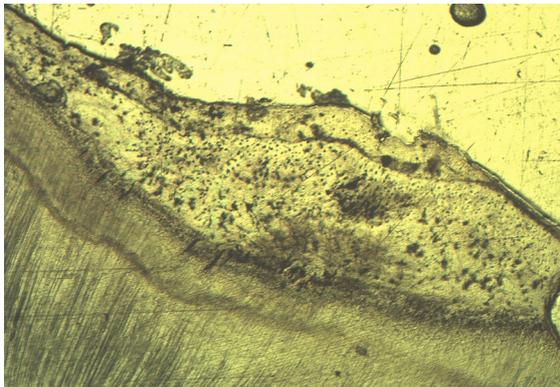


4Ad5 (MOx20)

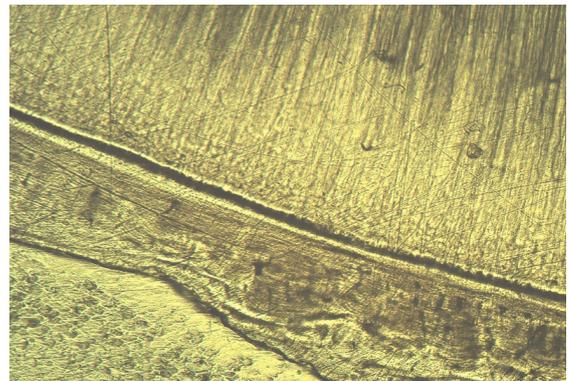


5Ap2 (MOx20)

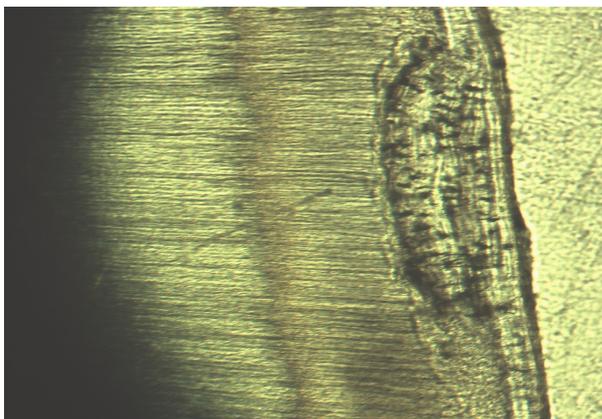
Figure 33 : Coupes transversales radiculaires de 3^e molaires incluses présentant du CAFE (Crédit P. Lehartel)



4Ad11 (MOx4)



5Bv2 (MOx10)



4Ad5 (MOx6,3)

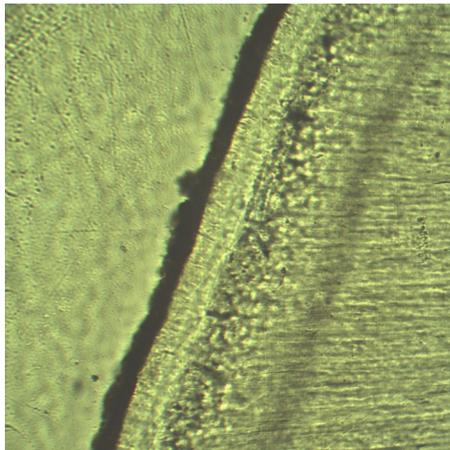


3Dp1 (MOx20)

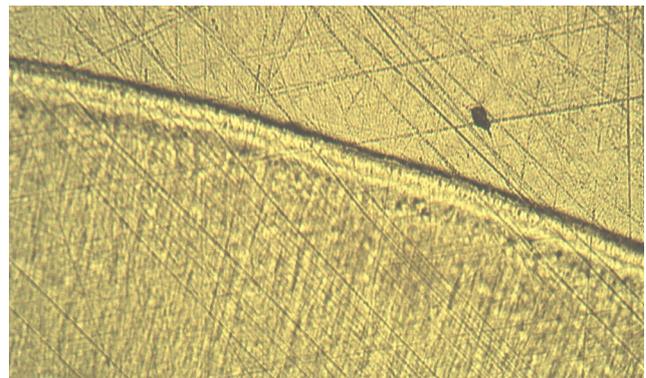
Figure 34 : Coupes transversales radiculaires de 3^e molaire présentant du ciment cellulaire ou mixte (Crédit Poehel Lehartel)

Les huit dents pour lesquelles la présence de CAFE n'a pas été objectivée, n'avaient soit aucune coupe exploitable à l'observation (1Am), soit les coupes exploitables n'ont pas révélé de CAFE (3Ad, 3Bd, 3Cp, 3Dp, 9Am, 9Bd, 9Cv). En revanche, sur ces dernières, on relève toujours la présence d'une couche amorphe, claire, de faible épaisseur, située entre la couche granuleuse de Tomes et le ligament parodontal (**Figure 35**).

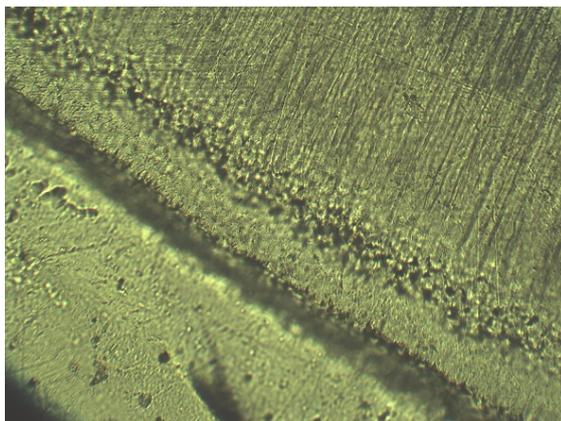
Les deux lots de dents 3Ad, 3Bd, 3Cp, 3Dp et 9Am, 9Bd, 9Cv appartiennent respectivement à deux individus de sexe féminin âgés tous deux de 20ans.



3Dp1 (MOx40)



9Cv1 (MOx10)



9Bd1 (MOx20)



9Am1 (MOx10)

Figure 35 : Coupes transversales radiculaire de 3^e molaires incluses ne présentant pas d'anneau cémentaire. Seulement une substance amorphe entre le ligament parodontal et le couche granuleuse de Tomes (Crédit Poehel Lehartel)

DISCUSSION

Sur 17 dents au total, neuf d'entre elles présentent du ciment acellulaire à fibres extrinsèques. Bien que nous n'ayons pas observé de CAFE sur l'ensemble de l'échantillon, il demeure que le CAFE existe bien sur les dents incluses et en particulier sur les dents de sagesse incluses. Ceci implique directement que l'apposition des lignes d'incrémentation du ciment acellulaire n'est pas tributaire de la fonction masticatrice. Ces résultats sont en accord avec plusieurs études précédentes (67–69).

Cependant, la présence irrégulière du CAFE sur les deux premiers tiers de la racine, ou sur une même coupe, nous laisse supposer que le CAFE n'a pas le même développement que sur une dent fonctionnelle. On peut émettre l'hypothèse que la fonction joue un rôle dans le mode de dépôt, mais n'est pas indispensable à la formation du CAFE. Il serait intéressant de poursuivre cette voie par une étude comparative du CAFE de dents incluses et de dents fonctionnelles d'un même individu, afin de voir la répartition, l'épaisseur, et le comptage des lignes d'incrémentation et d'établir s'il existe une réelle différence.

Les dents qui ne présentent pas de CAFE appartiennent à deux individus âgés de 20 ans. On retrouve les mêmes observations d'une dent à l'autre (maxillaire, mandibulaire, droite, gauche) chez un même individu. Les caractéristiques observées sont : présence d'une couche amorphe, fine et sans anneau cémentaire, au contact de la couche granuleuse de Tomes. Cette couche rappelle la couche hyaline de Hopewell-Smith située entre la couche granuleuse de Tomes et le ciment.

On aurait pu expliquer l'absence de CAFE chez ces deux individus par leur jeune âge, et émettre l'hypothèse que le CAFE ne se forme qu'après un certain âge pour les dents de sagesse incluses. Mais, nous avons retrouvé du CAFE sur des individus plus jeunes, âgés de 16 et 18 ans (individu 4 et 5). Néanmoins, les dents constituent du matériel biologique vivant sur lequel la variabilité est un paramètre à prendre en considération sur un échantillon faible.

Par contre, le fait que l'on observe la même chose sur toutes les dents d'un même individu nous laisse penser que ce n'est pas le protocole qui nous empêche de mettre en évidence le CAFE, mais plutôt les caractéristiques du ciment de l'individu.

Il est possible que la structure visible soit bien la couche hyaline et que l'apposition cémentaire ne s'est pas faite. Il serait intéressant alors de poursuivre l'étude avec un échantillon plus important avec une tranche d'âge plus large, afin de trouver des caractéristiques communes aux individus présentant ce type de résultat pour expliquer l'apparition de CAFE sur les dents incluses.

CONCLUSION

L'objectif de ce travail était de mettre en évidence la présence ou l'absence de CAFE sur des dents incluses pour déterminer le rôle de la fonction masticatrice dans la formation des lignes d'incréméntation cémentaire.

Ce travail réalisé uniquement sur des dents incluses pluriradiculées, s'est fait non sans difficulté, notamment à cause de la mise en place d'un protocole méthodologique nouveau.

Aussi, contrairement aux conclusions de certaines études, un temps d'apprentissage de la technique mais aussi de l'interprétation microscopique paraît indispensable.

En dépit des taux de réussite faibles pour certaines étapes, nous avons pu analyser un certain nombre de coupes et observé du CAFE sur des M3 incluses. Le protocole mis en place est cohérent, mais nécessite quelques améliorations et un matériel plus performant.

Nos expérimentations permettant la mise en évidence de CAFE sur près de 65 % des dents nous autorise à conclure que la fonction masticatoire n'est pas indispensable à l'apposition cémentaire. Cependant, le CAFE n'a pas une répartition homogène, et n'est pas retrouvé sur l'ensemble des dents étudiées. Cette variabilité nous autorise à penser que les dents de sagesse incluses ont un mode de cémentogénèse différent de celle des dents fonctionnelles.

Il serait intéressant de poursuivre l'étude en élargissant l'échantillon d'étude et ainsi valider la présence du CAFE sur l'ensemble des dents incluses, sinon sous quelles conditions ce CAFE se forme.

Une étude complémentaire pourrait également être conduite pour comparer la précision d'estimation de l'âge par cémentochronologie, faite sur des dents de sagesse incluses et des dents fonctionnelles de mêmes individus et ainsi évaluer l'utilité et la fiabilité de ces dents incluses dans l'estimation de l'âge.

BIBLIOGRAPHIE

1. Ten Cate AR. Oral histology: development, structure, and function. 4th ed. St. Louis: Mosby; 1994. 532 p.
2. Ten Cate AR. The development of the periodontium—a largely ectomesenchymally derived unit. *Periodontology 2000*. 1997;13(1):9–19.
3. Mjør IA, Pindborg JJ. Histology of the human tooth. Copenhagen: Munksgaard; 1973. 180 p. (Scandinavian university books).
4. Gonçalves PF, Sallum EA, Sallum AW, Casati MZ. Dental cementum reviewed: development, structure, composition, regeneration and potential functions. *Braz J Oral Sci*. 2005;4(12):651-8.
5. Bosshardt DD, Selvig KA. Dental cementum: the dynamic tissue covering of the root. *Periodontology 2000*. 1997;13(1):41–75.
6. J. RACADOT, R. WEILL. Histologie dentaire, Structure et développement de l'organe dentaire. Masson et Cie. Paris; 1973.
7. Fonzi L, Garberoglio R, Zerosi C. Anatomie microscopique de la dent et du parodonte: corrélations anatomo-cliniques, texte et atlas. Padova: Piccin; 1994.
8. Emmanuel d'Incau. Hypercémentose : Définition, classification et fréquence. Apport des résultats à la lignée néandertalienne [Ecole doctorale sciences et environnements]. Bordeaux 1; 2012.
9. Listgarten MA. Phase-contrast and electron microscopic study of the junction between reduced enamel epithelium and enamel in unerupted human teeth. *Archives of Oral Biology*. 1 oct 1966;11(10):999-IN13.
10. Listgarten MA. A mineralized cuticular structure with connective tissue characteristics on the crowns of human unerupted teeth in amelogenesis imperfecta: A light and electron microscopic study. *Archives of Oral Biology*. 1 juill 1967;12(7):877-89.
11. Schroeder HE. Biological Problems of Regenerative Cementogenesis: Synthesis and Attachment of Collagenous Matrices on Growing and Established Root Surfaces. In: Jeon KW, Friedlander M, éditeurs. *International Review of Cytology*. Academic Press; 1992. p. 1-59.
12. Schroeder HE, Scherle WF. Cemento-enamel junction-revisited. *Journal of Periodontal Research*. janv 1988;23(1):53-9.
13. Lorimier S, Kemoun P. Histophysiologie du parodonte. EMC - Médecine buccale. 2012;7(6):1-23.
14. Listgarten MA. A light and electron microscopic study of coronal cementogenesis. *Archives of Oral Biology*. 1 janv 1968;13(1):93-IN37.
15. Schroeder HE, Amstad-Jossi M, Oksche A, Schroeder HE. The periodontium. Berlin: Springer; 1986. 418 p. (Handbook of microscopic anatomy).
16. Cho M-I, Garant PR. Development and general structure of the periodontium. *Periodontology 2000*. 1 oct 2000;24(1):9-27.
17. Bosshardt DD, Schroeder HE. Initiation of acellular extrinsic fiber cementum on human teeth: A light- and electron-microscopic study. *Cell and Tissue Research*. févr 1991;263(2):311-24.
18. Bosshardt DD, Schroeder HE. Establishment of acellular extrinsic fiber cementum on human teeth: A light-and electron-microscopic study. *Cell and Tissue Research*. févr 1991;263(2):325-36.
19. Goldberg M, Gaucher C. Embryologie de la dent. EMC - Médecine buccale. 2011;1-22.
20. Balasse M, éditeur. Messages d'os: archéométrie du squelette animal et humain. Paris: Éditions des Archives Contemporaines; 2015. 530 p. (Collection « Sciences archéologiques »).

21. Nanci A, Bosshardt DD. Structure of periodontal tissues in health and disease*. *Periodontology* 2000. 40(1):11-28.
22. Herbert F. Wolf. *Color Atlas of Dental Medicine: Periodontology*. 3e éd. Thieme Medical Publishers; 2004.
23. Yamamoto T, Hasegawa T, Yamamoto T, Hongo H, Amizuka N. Histology of human cementum: Its structure, function, and development. *Japanese Dental Science Review*. août 2016;52(3):63-74.
24. Schroeder HE. *The Periodontium*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 1986. 23-119 p.
25. Zeichner-David M, Oishi K, Su Z, Zakartchenko V, Chen L-S, Arzate H, et al. Role of Hertwig's epithelial root sheath cells in tooth root development. *Developmental Dynamics*. 228(4):651-63.
26. Bosshardt DD, Schroeder HE. Cementogenesis reviewed: A comparison between human premolars and rodent molars. *The Anatomical Record*. 245(2):267-92.
27. Goldberg M. *Histologie des ciments : structures et ultrastructures*. EMC - Médecine buccale. 2015;10(6):1-9.
28. Thomas HF, Kollar EJ. Differentiation of odontoblasts in grafted recombinants of murine epithelial root sheath and dental mesenchyme. *Archives of Oral Biology*. 1 janv 1989;34(1):27-35.
29. Sonoyama W, Seo B-M, Yamaza T, Shi S. Human Hertwig's Epithelial Root Sheath Cells Play Crucial Roles in Cementum Formation. *Journal of Dental Research*. juill 2007;86(7):594-9.
30. Thomas HF. Root formation. *Int J Dev Biol*. févr 1995;39(1):231-7.
31. Bosshardt DD. Are Cementoblasts a Subpopulation of Osteoblasts or a Unique Phenotype? *Journal of Dental Research*. mai 2005;84(5):390-406.
32. Zeichner-David M. Regeneration of periodontal tissues: cementogenesis revisited. *Periodontology* 2000. 41(1):196-217.
33. Yamamoto T, Takahashi S. Hertwig's epithelial root sheath cells do not transform into cementoblasts in rat molar cementogenesis. *Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger*. 20 nov 2009;191(6):547-55.
34. Cho M, Garant PR. Ultrastructural evidence of directed cell migration during initial cementoblast differentiation in root formation. *Journal of Periodontal Research*. 23(4):268-76.
35. Goldberg M, Farge P. *Manuel d'histologie et de biologie buccale: la dent et ses tissus de soutien*. Paris: Masson; 1989.
36. Suzuki M, Matsuzaka K, Yamada S, Shimono M, Abiko Y, Inoue T. Morphology of Malassez's epithelial rest-like cells in the cementum: transmission electron microscopy, immunohistochemical, and TdT-mediated dUTP-biotin nick end labeling studies. *Journal of Periodontal Research*. 41(4):280-7.
37. MacNeil RL, Somerman MJ. Development and regeneration of the periodontium: parallels and contrasts. *Periodontology* 2000. févr 1999;19(1):8-20.
38. Auriol M-M, Charpentier YL, Naour GL. *Histologie du parodonte*. Elsevier Masson. 2008;
39. Bosshardt D. *Anatomy of the periodontium in health and disease*. In 2010. p. 5-23.
40. Sequeira P, Bosshardt DD, Schroeder HE. Growth of acellular extrinsic fiber cementum (AEFC) and density of inserting fibers in human premolars of adolescents. *Journal of Periodontal Research*. 27(2):134-42.
41. Alghonamy WY, Gaballah OM, Labah DA. Age estimation in adult human sound and periodontally affected teeth using tooth cementum annulations. *Tanta Dental Journal*. déc 2015;12(4):277-85.
42. Jankauskas R, Barakauskas S, Bojarun R. Incremental lines of dental cementum in biological age estimation. *HOMO-Journal of Comparative Human Biology*. 2001;52(1):59-71.

43. Furseth Randi. The fine structure of acellular cementum in young human premolars. *European Journal of Oral Sciences*. 1 oct 2007;82(6):437-41.
44. Selvig KA. The Fine Structure of Human Cementum. *Acta Odontologica Scandinavica*. 1 janv 1965;23(4):423-41.
45. Bartold PM, Narayanan AS. Molecular and cell biology of healthy and diseased periodontal tissues. *Periodontology* 2000. 40(1):29-49.
46. Singh A, Gorea RK, Singla U. Age estimation from the physiological changes of teeth. *JIAFM*. 2004;26(3):94-6.
47. Stott GG, Sis RF, Levy BM. Cemental annulation as an age criterion in forensic dentistry. *Journal of Dental Research*. 1982;61(6):814–817.
48. Daniel E. Lieberman. The Biological Basis for Seasonal Increments in Dental Cementum and Their Application to Archaeological Research. *Journal of Archaeological Science*. 1994;525-39.
49. Stein TJ, Corcoran JF. Pararadicular cementum deposition as a criterion for age estimation in human beings. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology*. 1994;77(3):266–270.
50. Charles GEORGET, Michel SAPANET, Pierre FRONTY, Guy COLLET. L'identification estimative. Deuxième partie, L'âge. Poitiers: Atlantique; 2007.
51. Gustafson G. Age determination on teeth. *J Am Dent Assoc*. juill 1950;41(1):45-54.
52. Dias PE, Beaini TL, Melani RF. Age estimation from dental cementum incremental lines and periodontal disease. *J Forensic Odontostomatol*. 2010;28(1):13–21.
53. Martin H. L'analyse du ciment dentaire et la détermination de l'âge des adultes : méthodes et limites. *Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris*. 1996;8(3):433-40.
54. Naji S, Colard T, Blondiaux J, Bertrand B, d'Incau E, Bocquet-Appel J-P. Cementochronology, to cut or not to cut? *International Journal of Paleopathology*. déc 2016;15:113-9.
55. Mallar K, Girish H, Murgod S, Yathindra Kumar B. Age estimation using annulations in root cementum of human teeth: A comparison between longitudinal and cross sections. *Journal of Oral and Maxillofacial Pathology*. 2015;19(3):396.
56. Kasetty S, Rammanohar M, Raju Ragavendra T. Dental Cementum in Age Estimation: A Polarized Light and Stereomicroscopic Study. *Journal of Forensic Sciences*. mai 2010;55(3):779-83.
57. Wittwer-Backofen U, Gampe J, Vaupel JW. Tooth cementum annulation for age estimation: Results from a large known-age validation study. *American Journal of Physical Anthropology*. févr 2004;123(2):119-29.
58. Renz H, Radlanski RJ. Incremental lines in root cementum of human teeth —A reliable age marker? *HOMO - Journal of Comparative Human Biology*. févr 2006;57(1):29-50.
59. Miller CS, Dove SB, Cottone JA. Failure of use of cemental annulations in teeth to determine the age of humans. *J Forensic Sci*. janv 1988;33(1):137-43.
60. Kvaal SI, Solheim T. Incremental lines in human dental cementum in relation to age. *European Journal of Oral Sciences*. août 1995;103(4):225-30.
61. Kagerer P, Grupe G. Age-at-death diagnosis and determination of life-history parameters by incremental lines in human dental cementum as an identification aid. *Forensic Science International*. 2001;118(1):75–82.
62. Charles DK, Condon K, Cheverud JM, Buikstra JE. Cementum annulation and age determination in *Homo sapiens*. I. Tooth variability and observer error. *American Journal of Physical Anthropology*. nov 1986;71(3):311-20.
63. Zander HA, Hürzeler B. Continuous Cementum Apposition. *Journal of Dental Research*. nov 1958;37(6):1035-44.
64. Sicher, H., Bahskar, S.N. *Orban's oral histology and embryology*. 1972. 160-181 p.
65. Bennett KA. *Oral anatomy*. Fifth Edition. By Harry Sicher and E. Lloyd DuBrul. 502 pp. and 319 ill. C. V. Mosby Co., St. Louis. 1970. *American Journal of Physical Anthropology*. 1972;36(1):272-7.

66. Lieberman D. Life history variables preserved in dental cementum microstructure. *Science*. 27 août 1993;261(5125):1162-4.
67. Azaz B, Michaeli Y, Nitzan D. Aging of tissues of the roots of nonfunctional human teeth (impacted canines). *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. avr 1977;43(4):572-8.
68. Azaz B, Ulmansky M, Moshev R, Sela J. Correlation between age and thickness of cementum in impacted teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. nov 1974;38(5):691-4.
69. Nitzan DW, Michaeli Y, Weinreb M, Azaz B. The effect of aging on tooth morphology: A study on impacted teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. janv 1986;61(1):54-60.

ANNEXE

Annexe 1 : Note explicative remise au CHU de Purpan

LEHARTEL Poehei

15/02/2018

Dans le cadre de mon projet de thèse qui s'intitule « Cément acellulaire à fibres extrinsèques et dents de sagesse incluses » nous souhaitons à partir de l'analyse des lignes d'apposition cémentaire mettre en évidence la chronologie de l'apparition de ces dernières. En effet ce cément acellulaire selon certains auteurs se formerait lors de la mise en fonction de la dent lors du processus d'éruption, alors que d'autres avancent que sa formation est seulement lié à l'âge.

L'objectif de ce travail serait de valider cette hypothèse en étudiant des dents incluses pour lesquelles aucun processus d'éruption a été induit.

Dans le cadre de ma thèse encadré par le Dr Bou, je sollicite votre aide afin de réunir un certain nombre de dents de sagesse incluse pouvant constituer l'échantillon d'étude.

Serait-il possible lors de vos interventions comprenant des avulsions de dents de sagesse incluse (entières ou fragmentées) d'en disposer afin de commencer l'étude.

Voici quelques paramètres concernant les dents ciblées (total 20 dents minimum) :

- totalement incluse
- sectionnée ou non durant l'extraction
- maxillaire ou mandibulaire, droite ou gauche
- conditionnée dans les flacons avec sérum physiologique
- identifié en terme d'âge et de sexe.
- plusieurs dents du même patient pourraient être appréciables afin de mettre en évidence la corrélation intra-observateur.

Je vous remercie par avance de votre aide.

Annexe 2 : Priorité d'inclusion de chaque fragment radiculaire

N° du fragment radiculaire	Priorité d'inclusion
1Am	1
1Ad	2
1Bm	1
1Bd	2
1Cm	2
1Cd	1
1Dm	1*
1Dd	-1
2Am	-1
2Ad	1*
2B	entière
3Am	-1
3Ad	1*
3Bm	-1
3Bd	1*
3Cp	1
3Cv	3
3Dp	1*
3Dv	-1
4Ad	1
5Ap	1*
5Av	-1
5Bv	1*

N° du fragment radiculaire	Priorité d'inclusion
5Bp	-1
6Ap	-1
6Av	1*
6Bp	2
6Bv	1
7A	entière
7B	entière
7Cd	1
7Cm	3
8Am	1
8Ad	3
8Bm	1
8Bd	3
8C	3
8Dv	2
8Dp	1
9Ad	3
9Am	1
9Bm	3
9Bd	1
9Cv	3*
9Cp	-3
9D	entière

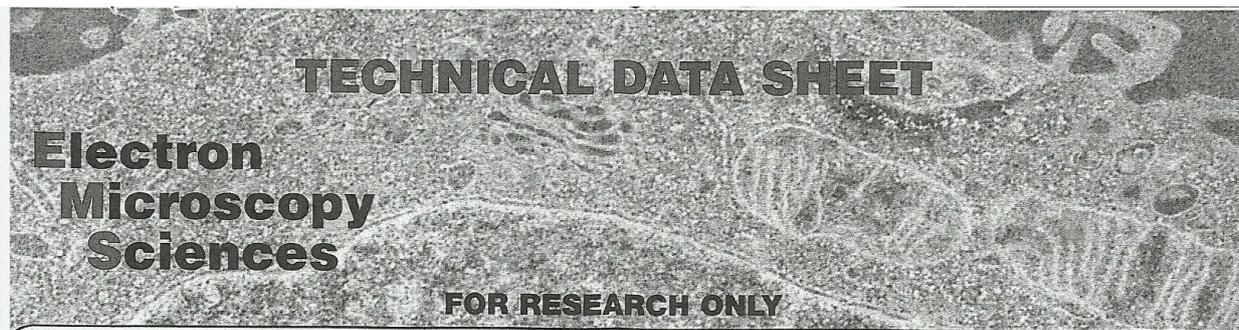
Priorité d'inclusion :

1* > -1 > 2* > -2 > 3* > -3

Commentaires :

1) Les dents 2B, 7A, 7B, 9D n'ont pas été sectionnées car elles avaient des morphologies trop complexes.

2) Les fragments 6A, 6B n'ont pas été inclus car il était impossible d'insérer les racleurs.



CAT. 14120 EMBED-812 Embedding Kit

EMBED 812 is our direct replacement for EPON-812, the most widely used embedding resin for electron microscopy, which was discontinued in 1978. EMBED-812 provides the same excellent preservation and cutting qualities as EPON-812, and may be substituted in all similar formulations.

Luft (1961) established EPON-812 as a reliable embedding medium, excellent both for plant and animal tissue. The same advantages offered by EPON-812, are offered by EMBED-812: rapid penetration, greater contrast, easy sectioning, stability under the electron beam, satisfactory staining of most thick sections for light microscopy and thin sections for electron microscopy.

Recommended Procedure

1. **Fixation:** Tissues can be fixed in a wide range of fixatives. One of the more commonly used fixatives is an aldehyde (i.e., glutaraldehyde) followed by osmium tetroxide.
2. **Dehydration:** There are many different dehydration schedules that can be followed. A typical one is as follows:
 - 70% Ethanol for 10 minutes
 - 100% Ethanol for 10 minutes
 - 100% Ethanol for 15 minutes
 - 100% Propylene Oxide for 15 minutes
 - 100% Propylene Oxide for 15 minutes

****NOTE:** Longer times may be required for some samples.

3. Mixing Instructions:

	Small Amount	Medium Amount	Large Amount
Mixture 1			
EMBED-812	5 ml	20 ml	62 ml
DDSA	8 ml	31 ml	100 ml
Mixture 2			
EMBED-812	8 ml	20 ml	100 ml
NMA	7 ml	17 ml	90 ml
Final Embedding Mixture			
Mixture 1	13 ml	51 ml	162 ml
Mixture 2	15 ml	37 ml	190 ml
DMP-30*	0.42 / 0.56 ml	1.3 / 1.7 ml	5.3 / 7.0 ml

**For better penetration and stability BDMA is recommended in place of the DMP-30. The quantity of BDMA which is required is 2.5 - 3% while DMP-30 is 1.5 - 2%.*

NOTE: It is much simpler when mixing EMBED-812 to use a one-step single mix formula. The following formulations (on the backside) may be used depending on the desired hardness of the block:

P.O. Box 550 ♦ 1560 Industry Road ♦ Hatfield, PA 19440
 ☎: 215-412-8400 Fax: 215-412-8450 ✉: sgkock@aol.com Web: www.emsdiasum.com

NOTE: It is much simpler when mixing EMBED 812 to use a one-step single mix formula. The following formulations may be used depending on the desired hardness of the block:

	Soft	Medium	Hard
1 EMBED-812	20 ml	20 ml	20 ml
2 DDSA	22 ml	16 ml	9 ml
3 NMA	5 ml	8 ml	12 ml
4 DMP-30 or	0.70 - 0.94 ml	0.66 - 0.88 ml	.62 - 0.82 ml
5 (BDMA)	1.18 - 1.4 ml	1.1-1.3 ml	1.0-1.2 ml

1) 1 et 2 mélange
 2) 1/2 + 3 " 5'
 3) 1/2/3 + 5 (3 x 50 gouttes) 22 hots
 mélange 5'

Slight variations of the accelerator (DMP-30 or BDMA) will drastically affect the color and brittleness of the block.

Prior to measuring and mixing, the resin and the anhydrides should be warmed (60°C) to reduce their viscosity. Immediately before use, the two mixtures (1 & 2) are blended, and the accelerator added in the above mentioned proportion. Thorough mixing is imperative to be able to achieve uniform blocks.

While preparing EMBED-812, the hardness of the block can be varied to suit various sectioning conditions depending on the ratio of mixture 1 and mixture 2 in the final embedding mixture. An increase in the proportion of mixture 2 will make the block harder. A mixture of 1:1 has proven most successful for general use. All components of the kit should be kept at room temperature in tight stoppered bottles.

Although the mixture can be stored for up to 6 months at 4°C, it is highly recommended that freshly prepared embedding medium always be used. If you choose to store the mixture you should warm it thoroughly prior to adding the accelerator.

4. Infiltration: It is recommended that for all of the infiltration steps a specimen rotator be used.

- 4.1 Drain the tissue of most of the propylene oxide, leaving a little so the tissue does not dry out.
- 4.2 Replace the solvent with a 1:1 mixture of embedding medium : propylene oxide and allow it to stand for at least 1 hour at room temperature.
- 4.3 A second change of 2:1 embedding medium : propylene oxide overnight, at room temperature, is recommended.
- 4.4 Remove the mixture, replace it with 100% embedding medium and leave for 30 minutes to 2 hours at room temperature.

5. Embedding: This may be done in EMS embedding capsules (EMS Catalog #70020) or a flat embedding mold (EMS Catalog #70900 or #70904).

- 5.1 Transfer each sample to a dry capsule or mold and fill the mold with embedding medium.
- 5.2 Cure the medium in an oven at 60°C for 24 hours.
- 5.3 Blocks can be trimmed and sectioned after the blocks return to room temperature.

Reference:

Luft, J.H.(1961), J. Biophys. Biochem. Cytol. 9, 409.

P.O. Box 550 ♦ 1560 Industry Road ♦ Hatfield, PA 19440
 ☎: 215-412-8400 Fax: 215-412-8450 ✉: sgkcck@aol.com Web: www.emsdiasum.com

N°(10°)	COUPE		MONTAGE SUR LAME			POLISSAGE		Commentaires	OBSERVATION	
	calibrage µm	C	montage	C + L	souflé	objectif	C+L final		exploitable	cément
/	430	cassé	/	/	/	/	/	/	/	/
/	430	50	/	/	/	/	/	/	/	/
3Dp1	430	180	EK	1170	oui	1090	1080	conta eau, cémt fin, o L	oui	
3Dp2	430	145	EK	1150	bulle	1105	1100	idem	oui	
/	400	70	/	/	/	/	/	/	/	/
3Dp3	430	170	EK	1185	non	1115	1110	idem, soulevé pdt poli	oui	
3Dp4	400	100	EK		oui***		pas poli			
3Dp5	430	80	EK		oui**		pas poli			
3Dp6		135	EK	1325	oui*	1290	1190		non	
3Dp7	400	135	EK	1180	bulle	1145	1150		non	
3Dp8	430	180	EK + plastiline	1180	bulle	1100	1115		non	
3Dp9	400	100	EK + plastiline	1160	non	1160	1145		oui	C
3Dp10	430	250	Baume du Canada	1270	non	1120	/	O trou, pdt poli BC n'a pa tenu, tj collant	/	/
3Dp11	400	130	Baume du Canada	1150	mal collé	1120	/	2 épaisseurs, idem BC	/	/
3Dp12	400	120	Baume du Canada	1180	non	1160	/	pas poli	/	
3Dp13	400	340	/	/	/	/	/	/	/	

N°	calibrage µm	C	montage	C + L	souflé	objectif	C+L final	Commentaires	exploitable	cément
4Ad1	400	100	non	/	/	/	/	belle coupe	/	/
4Ad2	400	480	/	/	/	/	/	belle coupe	/	/
4Ad3	400	cassé	/	/	/	/	/	/	/	/
4Ad4	430	190	non	/	/	/	/	belle coupe, trou centre	/	/
4Ad5	490	130	cyanoacrylate	1160	non	1130	1110	conta eau, cémt fin, C ds concav et furcat°	oui ok	C /aC
4Ad6	430	fissuré	/	/	/	/	/	fissuré++, trou	/	/
4Ad7	400	cassé	/	/	/	/	/	/	/	/
4Ad8	400	120	non	/	/	/	/	2 épaisseurs, trou centre, fissure d-r	/	/
4Ad9	400	180	cyanoacrylate	1220	non	1040	1070	Conta eau, Cr ds concav ou furcat°	oui ok	C /aC
4Ad10	430	cassé	/	/	/	/	/	/	/	/
4Ad11	400	180	cyanoacrylate	1250	non	1170	1120	Cr ds concavité ou furcat°, conta eau	oui ok	C /aC
4Ad12	430	130	non	/	/	/	/	/	/	/

N°	COUPE		MONTAGE SUR LAME			POLISSAGE		Commentaires	OBSERVATION	
	calibrage µm	C	montage	C + L	souflé	objectif	C+L final		exploitable	cément
9Am1	400	120	EK + plastiline	1180	non	1160	1155 (95)	cément fin +, conta eau plas	oui	/
9Am2	400	100	EK + plastiline	1140	non	1140	1140 (100)	idem, bulle à l'ext de la dent	oui	/
9Am3	400	70	/	/	/	/	/	fissure entre dent/resine	/	/
9Am4	400	155	EK + plastiline	1220	non	1165	/	conta plas eau, cémt fin, fissuré	non	/
9Am5	400	90	/	/	/	/	/	dent détaché de la résine à la coupe	/	/

N°	calibrage µm	C	montage	C + L	souflé	objectif	C+L final	Commentaires	exploitable	cément
/	/	cassé	/	/	/	/	/	/	/	/
9Bd1	400	120*	plastiline+poids	1130	non	1110	1090	cemt fin, ~ L, conta eau plas, 2 épaisseurs	oui	/
9Bd2	400	100	plastiline+poids	1170	bulle	1170	1140	Cémt fin, L, conta plas eau, bulle autour	oui	/

N°	calibrage µm	C	montage	C + L	souflé	objectif	C+L final	Commentaires	exploitable	cément
9Cv1	400	130	cyanoacrylate	1190	non	1160	1170	poli direct ap montage, pas trou, cémt fin, 1L	oui ok	/
9Cv2	400	105	cyanoacrylate	1170	non	1165	1165	idem avec trou	oui	/
9Cv3	400	90	cyanoacrylate	1110	oui	1110		idem	oui	/
9Cv4	400	80	cyanoacrylate	1150	bulle	1150	1150	ap poli eau rentré, gêne obs	non	/
9Cv5	400	cassé	/	/	/	/	/	/	/	/

N°(9°)	calibrage µm	C	montage	C + L	souflé	objectif	C+L final	Commentaires	exploitable	cément
8Am1	Protocole 2	/	cyanoacrylate	? L=970	non		1100	/ Mr Bou, CAFE mé trp rayure, 100m av 1500	non	/
8Am2	Protocole 2	/	cyanoacrylate	1580	oui	1080	1080	conta eau+résidu, cémt fin	non	/
8Am3	Protocole 2	/	cyanoacrylate	1560	oui	1070	1100	cemt fin, 2L x10(jaune)	oui	/
8Am4	Protocole 2	/	cyanoacrylate	1300	oui	1070	1130	cémt fin, qq L, x10	oui	C / aC

N°(3,5°)	calibrage µm	C	montage	C + L	souflé	objectif	C+L final	Commentaires	exploitable	cément
5Bv1	Protocole 2	/	cyanoacrylate	1800	oui	1070	1145	ligne struc bombé 1 endroit	oui	C / aC
5Bv2	Protocole 2	/	cyanoacrylate	2030	non	1070	1200		oui	C++

N°(17°)	calibrage µm	C	montage	C + L	souflé	objectif	C+L final	Commentaires	exploitable	cément
3Bd1	Protocole 2	/	cyanoacrylate	2000	non	1070	1170	cément trop fin, oL	oui	C
3Bd2	Protocole 2	/	cyanoacrylate	1890	De-reco	1070	1100	cément fin, qq L	oui	C

N° (9°)	COUPE		MONTAGE SUR LAME			POLISSAGE		Commentaires	OBSERVATION	
	calibrage µm	C	montage	C + L	souflé	objectif	C+L final		exploitable	cément
3Ad1	Protocole 2	/	cyanoacrylate	1940	non	1070	1190	cément trop fin, o L	oui	o
3Ad2	Protocole 2	/	cyanoacrylate	1800	non	1070	1100	cément trop fin, qq L, résine déchire pdt poli	oui	C

N° (0°)	calibrage µm	C	montage	C + L	souflé	objectif	C+L final	Commentaires	exploitable	cément
3Cp1	Protocole 2	/	cyanoacrylate	1550	non	1070	1090	cement fin, o L, émail	oui	/
3Cp2	Protocole 2	/	cyanoacrylate	1950	non	1070	1080	idem	oui	/

N° (11°)	calibrage µm	C	montage	C + L	souflé	objectif	C+L final	Commentaires	exploitable	cément
7Cd1	Protocole 2	/	cyanoacrylate	1600	sous dent	1070	1130	O trou, voit bien ligne	oui	C / aC
7Cd2	Protocole 2	/	cyanoacrylate	1790	sous dent	1070	1100		oui	C++

N° (5°)	calibrage µm	C	montage	C + L	souflé	objectif	C+L final	Commentaires	exploitable	cément
5Ap1	Protocole 2	/	cyanoacrylate	1840	Dé-reco	1070	1090	L sur 1 partie, conta colle	oui	/
5Ap2	Protocole 2	/	cyanoacrylate	1640	Dé-reco	1070	1150	idem (ressemble émail)	oui	C / aC
5Ap3	Protocole 2	/	cyanoacrylate	1650	oui	1070	1060	soulevé, conta eau+débris	non	/

N°(0°)	calibrage µm	C	montage	C + L	souflé	objectif	C+L final	Commentaires	exploitable	cément
8Bm1	Protocole 2	/	cyanoacrylate	1720	Dé-reco	1070	1150	cément fin, qq lignes bien visibles	oui	aC
8Bm2	Protocole 2	/	non	1610	/	1070	/	/	/	/
8Bm3	Protocole 2	/	cyanoacrylate	1640	non	1070	1150	cément fin	oui	aC
8Bm4	Protocole 2	/	non	1680	/	1070	/	/	/	/

Abréviations :

aC : ciment acellulaire

C : ciment cellulaire

dé-reco : coupe décollée puis recollée

EK : liquide de montage eukitt

Annexe 5 : Demande d'autorisation de publication

Une demande d'autorisation de publication des images a été effectuée pour l'ensemble des illustrations présentes dans ce travail selon les modèles suivants :

◆ Français

Objet : Demande d'autorisation de publication d'image

Madame, Monsieur,

Je suis actuellement étudiante en odontologie à l'Université de Bordeaux, en attente de soutenance de thèse, dont l'intitulé est « Cément acellulaire à fibres extrinsèques et dents de sagesse incluses – Approche expérimentale » dirigée par le Docteur Christophe Bou.

Une illustration présente dans l'une de vos publications a suscité mon intérêt « Référence de la publication avec le nom de l'illustration ». Je souhaiterais pouvoir inclure cette dernière au sein de mon travail universitaire afin de l'enrichir. Cette illustration sera référencée avec un renvoi vers la bibliographie où l'ensemble de la référence bibliographique sera donnée.

Je me permets donc de vous envoyer ce courrier électronique afin de vous demander votre autorisation :

Dans l'attente d'une réponse favorable de votre part, veuillez recevoir Madame, Monsieur, mes salutations distinguées.

Poehei LEHARTEL

◆ Anglais

Subject : Request permission to reprint illustrations

Dear Mr(s),

I am currently studying dentistry at Bordeaux University (France) and pending my thesis titled « Acellular extrinsic fiber cementum and impacted wisdom teeth – Experimental approach ».

An illustration, in one of your publications matched perfectly with my work « Publication reference with the name of the illustration ». Therefore, I am writing to request your permission to use material from one of your publications. The illustration will be referenced with the author's name and linked with the bibliography.

Thank you for taking the time and consideration for this request. I look forward to hearing back from you at the earliest convenience.

Sincerely,

Poehei LEHARTEL

Vu, Le Président du Jury,

Date, Signature :

Vu, la Directrice de l'UFR des Sciences Odontologiques,

Date, Signature :

Vu, le Président de l'Université de Bordeaux,

Date, Signature :

Titre : Cément acellulaire à fibres extrinsèques et dents de sagesse incluses – Approche expérimentale

Résumé :

Le processus de formation du cément acellulaire à fibres extrinsèques (CAFE), reste aujourd'hui partiellement élucidé.

Deux théories principales s'opposent. Selon la première, la fonction masticatoire serait essentielle à la cémentogénèse du CAFE, tandis que la deuxième rejette cette hypothèse.

L'objectif de cette étude était de montrer la présence ou non de CAFE sur des dents de sagesse incluses, n'ayant eu aucune évolution d'éruption sur arcade avec mise en occlusion et participation au processus masticatoire.

Pour cela un protocole expérimental a été mis au point afin de mettre en évidence les anneaux cémentaires du CAFE.

Les résultats montrent que le CAFE est présent sur une partie de l'échantillon, ce qui suppose le rôle non indispensable de la fonction masticatoire dans la mise en place de CAFE. Cependant la disposition irrégulière et l'absence de CAFE sur certaines dents nous laisse penser que la fonction pourrait moduler l'incrémentation des lignes cémentaires.

D'autres études sont à mener afin de préciser les résultats obtenus.

Mots clés :

Cément acellulaire à fibres extrinsèques - Dents de sagesse incluses – Ligne d'incrémentation cémentaire – Fonction masticatoire

Title : Acellular extrinsic fiber cementum and impacted wisdom teeth - Experimental approach

Abstract :

The development of acellular extrinsic fiber cementum (AEFC) remains only partially resolved. As of today, there are two competing theories. According to the first, the masticatory function plays an essential role in cementogenesis of AEFC. The second one however rejects this hypothesis.

The aim of this study was to show whether or not AEFC was present on impacted wisdom teeth, which had not evolved to an eruption on the dental arch with an occlusion and involvement in the masticatory function. An experimental protocol was elaborated to assess cementum deposits of AEFC.

Results showed that AEFC is partially present on the sample, which implies the crucial role of the masticatory function on the establishment of AEFC. However, irregular deposits and lack of AEFC on certain teeth lead us to think that the masticatory function could modulate the incrementation of cementum layers. Other studies are needed to further clarify these results.

Keywords :

Impacted wisdom teeth – Acellular extrinsic fiber cementum – Cementum incremental line - Masticatory function.

Discipline : Odontologie médico légale

UFR des Sciences Odontologiques, 146 Rue Léo Saignat 33076 Bordeaux