

UNIVERSITE DE NANTES  
UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE D'ODONTOLOGIE

-----

ANNEE : 2011

N°

**LA PROTHESE CERAMO-METALLIQUE  
ET LA VITALITE PULPAIRE**

-----

THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT DE  
DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

*Présentée  
et soutenue publiquement par*

**DURAND Jean**

Né le 20/12/1984

*Le devant le jury ci-dessous*

Monsieur le Professeur A. JEAN

Président

Monsieur le Professeur Y. AMOURIQ

Directeur de thèse

Monsieur le Docteur G. AMADOR DEL VALLE

Assesseur

Monsieur le Docteur F. BODIC

Co-Directeur

**Par délibération en date du 6 décembre 1972, le conseil de la Faculté de Chirurgie Dentaire a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'il n'entend leur donner aucune approbation, ni improbation.**

# LA PROTHESE CERAMO-METALLIQUE ET LA VITALITE PULPAIRE

I	Introduction.....	6
II	Rappels anatomiques.....	7
II.1	L'organe pulpo-dentinaire.....	7
II.1.1	La pulpe.....	7
II.1.1.1	Les cellules qui la composent.....	8
II.1.1.1.1	Les odontoblastes.....	8
II.1.1.1.2	Les fibroblastes.....	9
II.1.1.1.3	Les cellules de défense.....	9
II.1.1.1.4	Les cellules indifférenciées.....	10
II.1.2	La dentine.....	10
II.1.2.1	Structure.....	10
II.1.2.1.1	Les différents types de dentine.....	11
II.1.2.1.1.1	Dentine primaire.....	12
II.1.2.1.1.2	Dentine secondaire.....	12
II.1.2.1.1.3	Dentine tertiaire.....	13
II.1.3	L'innervation de l'organe pulpo-dentinaire.....	13
II.1.4	La vascularisation de l'organe pulpo-dentinaire.....	14
II.2	Le ciment.....	15
II.3	L'émail.....	15
II.4	Volume de la pulpe et épaisseur d'émail dentine.....	16
II.5	Évaluation de la santé pulpaire.....	19
II.5.1	La dent « jeune ».....	19
II.5.2	La dent « âgée ».....	20
II.5.3	Les tests de vitalité.....	20
II.5.3.1	Tests de percussion.....	21
II.5.3.2	Tests thermiques.....	21
II.5.3.2.1	Test au froid.....	21
II.5.3.2.2	Test au chaud.....	21
II.5.3.3	Test électrique.....	21
II.5.4	Examen radiographique.....	22
II.6	Rappels de la constitution d'une couronne céramo-métallique.....	23
III	Agressions de la pulpe lors de la réalisation de prothèses sur dent vivante.....	24
III.1	Agressions physiques.....	24
III.1.1	Agressions mécaniques.....	24
III.1.1.1	Les traumatismes.....	24
III.1.1.2	Les vibrations.....	24
III.1.1.3	La section des prolongements odontoblastiques.....	25
III.1.2	Agressions thermiques.....	25
III.1.2.1	Effet de l'augmentation thermique lors du fraisage.....	26
III.1.2.2	Paramètres pour un fraisage optimum.....	26
III.1.2.2.1	La vitesse de rotation.....	26
III.1.2.2.2	La pression exercée.....	27

III.1.2.2.3	La qualité des fraises utilisées .....	27
III.1.2.2.3.1	Le diamètre de la fraise .....	27
III.1.2.2.3.2	La nature de la fraise .....	28
III.1.2.2.3.3	Le « bourrage » des fraises.....	29
III.1.2.2.3.4	L'usure des fraises .....	29
III.1.2.2.3.5	Quel instrument utiliser turbine ou contre-angle bague rouge ? .....	30
III.1.2.2.4	Le temps de repos.....	30
III.1.2.2.5	Le refroidissement.....	30
III.2	Agressions chimiques .....	31
III.3	Agressions bactériennes.....	33
IV	Interactions entre la pulpe et les matériaux.....	34
IV.1	Lors du nettoyage de la préparation.....	34
IV.2	Lors de la protection pulpo-dentinaire.....	35
IV.2.1	Solutions fluorées.....	35
IV.2.2	Solutions d'oxalates .....	36
IV.2.3	Hydroxyde de calcium en liner .....	36
IV.2.4	Les vernis .....	36
IV.2.5	Agents adhésifs des résines composites.....	36
IV.3	Lors des empreintes .....	37
IV.3.1	Les élastomères .....	38
IV.3.2	Les hydrocolloïdes irréversibles .....	39
IV.3.3	Les hydrocolloïdes réversibles.....	39
IV.4	Lors de la réalisation des provisoires.....	39
IV.4.1	Rôles de la prothèse provisoire .....	40
IV.4.2	Interactions pulpe/provisoire.....	41
IV.4.2.1	Interactions chimiques .....	41
IV.4.2.2	Interactions thermiques.....	41
IV.4.2.3	Interactions dues à la pression .....	41
IV.5	Lors du scellement .....	42
IV.5.1	Le scellement provisoire .....	42
IV.5.2	Le scellement d'usage .....	43
IV.5.2.1	Ciments au phosphate de zinc.....	43
•	Propriétés .....	43
IV.5.1.2	Les polycarboxylates de zinc.....	45
•	Propriétés .....	45
IV.5.1.3	Les ciments verres ionomères conventionnels .....	47
•	Propriétés .....	47
IV.5.1.4	Les ciments verres ionomères modifiés par adjonction de résine (CVIMAR)....	49
•	Propriétés .....	50
V	Indications / contre indications de la prothèse céramo métallique sur dent vivante.....	52
V.1	Indications.....	52
V.1.1	Prothèse unitaire.....	53
V.1.2	Prothèse plurale.....	53

V.2	Contre indications .....	54
V.2.1	Générales.....	54
V.2.2	Loco-régionales.....	54
V.3	Avantages de conserver une dent pulpée .....	55
V.3.1	Avantages mécaniques .....	55
V.3.2	Avantages biologiques .....	56
V.4	Inconvénients de conserver une dent vivante .....	56
VI	Les différents types de préparations de CCM.....	56
VI.1	Synthèse bibliographique de l'épaisseur des préparations.....	57
VI.1.1	Dents antérieures.....	57
VI.1.1.2	Face vestibulaire .....	57
VI.1.1.3	Bord incisif .....	58
VI.1.1.4	Faces proximales .....	58
VI.1.1.5	Face palatine .....	58
VI.1.2	Dents postérieures .....	58
VI.1.2.2	Faces vestibulaires, proximales, et palatines .....	58
VI.1.2.3	Face occlusale.....	59
VI.2	Préparation sur dents antérieures .....	60
VI.2.1	Les différentes étapes de préparation.....	60
VI.3	Préparation sur dent postérieures .....	64
VI.3.1	Les différentes étapes de préparation.....	64
VII	Pérennité dans le temps.....	66
VII.1	Les échecs de la prothèse céramo-métallique sur dent vivante. ....	66
VII.2	Les pourcentages d'échecs.....	66
VIII	Conclusion .....	68
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	69
	Table des illustrations.....	78

# I Introduction

L'état pulpaire est une donnée importante car l'attitude thérapeutique en dépend, que l'on réalise un soin conservateur ou un soin prothétique. C'est pour cela qu'il est primordial d'évaluer cet état pulpaire, de savoir si la pulpe est vivante, ou bien lésée et de déterminer son degré d'atteinte.

En effet la conservation de la vitalité pulpaire a un grand intérêt cliniquement parlant. La dent support sera plus résistante, et nous évitons les problèmes liés aux échecs des traitements endodontiques. Cependant, l'échec primordial de la prothèse sur dent vivante est celui qui nous conduit à la dépulpation de celle-ci.

La prothèse sur dent vivante est un exercice difficile car nous devons réaliser une préparation qui consiste en l'éviction de tissu minéral et vivant pour pouvoir arriver à nos fins. C'est une mutilation que, parfois, nous sommes contraints d'accomplir sur des dents parfaitement saines, dans le but d'apporter une solution supplémentaire pour résoudre des cas où les autres thérapeutiques ne sont pas envisageables ou sont moins pertinentes.

Cette éviction tissulaire est la résultante entre un espace nécessaire pour l'insertion de la prothèse, et une éviction *a minima* pour conserver cette vitalité pulpaire.

« Toutes les procédures de dentisterie restauratrice mal conduites peuvent entraîner, par échauffement, des dessiccations et des lésions irréversibles de la pulpe qui, dans les cas extrêmes, peuvent aller jusqu'à la nécrose »(51).

La prothèse céramo-métallique sur dent pulpée est encore d'actualité et a un avantage non négligeable qui est le recul clinique. Que ce soit pour les méthodes de préparation, les préparations en elles-mêmes, les matériaux utilisés.

De plus, ce type de prothèse traditionnelle a un rôle non seulement fonctionnel mais aussi esthétique voire primordial pour certains patients.

Nous verrons donc tout au long de ce travail les différentes réactions pulpaires iatrogènes provoquées lors de la réalisation, mais également les interactions entre la pulpe et les matériaux. Puis nous montrerons les indications des prothèses céramo-métalliques et comment réaliser leur préparation.

Dans une dernière partie, nous étudierons la pérennité des prothèses céramo-métalliques avant de conclure.

Les articles cités dans ce travail, sont classés par grade A, B ou C selon la classification de la haute autorité de santé.

## **II Rappels anatomiques**

### ***II.1 L'organe pulpo-dentinaire***

L'organe ou complexe pulpo-dentinaire est un ensemble indissociable car il est imbriqué sur les plans embryologique, histologique, structurel, et fonctionnel.

#### **II.1.1 La pulpe**

La conservation de la pulpe est essentielle pour réaliser une prothèse fixée sur dent vivante. En effet, sa conservation est primordiale pour garder une dent plus résistante face à la fracture, éviter les infections et avertir le patient d'une éventuelle douleur lors de récurrence carieuse. La pulpe a ainsi quatre fonctions essentielles : la formation et la nutrition de la dentine, une fonction sensitive et une fonction de défense (4, 7).

La pulpe est un tissu conjonctif lâche recouvert et protégé par, la dentine et l'émail dans la partie coronaire, et par la dentine et le ciment dans la partie radiculaire. Elle est confinée dans un espace inextensible, quasiment clos dans lequel nous retrouvons une innervation, une vascularisation et un réseau lymphatique qui passent à travers le foramen apical.

En périphérie de la pulpe, à la jonction charnière du complexe dentino-pulpaire nous retrouvons une couche de cellules en palissade, les odontoblastes, qui ont pour fonction de synthétiser la dentine.

La zone centrale de la pulpe est constituée d'éléments classiques du tissu conjonctif, des cellules ordinaires comme des fibroblastes en nombre important, des macrophages, des granulocytes, des lymphocytes, une matrice extracellulaire, et des fibres de toutes sortes notamment des fibres élastiques ainsi que des fibres de collagène qui sont abondantes.

La pulpe étant un tissu organique, elle évolue dans le temps. En effet, lors du vieillissement, ou lors d'agressions chroniques, le collagène augmente, et cette dernière devient de plus en plus fibreuse, et peut former des calcifications. Son potentiel de défense se réduit et sa vascularisation devient moins dense. Mais, en contre partie, elle est moins susceptible à l'inflammation. Cette notion de vieillissement est importante car le volume de la pulpe est très nettement diminué avec l'âge, et plus la pulpe sera rétractée plus la pérennité d'une couronne sur dent vivante sera longue.

### II.1.1.1 Les cellules qui la composent

#### II.1.1.1.1 Les odontoblastes

Les odontoblastes sont des cellules, hautement différenciées, issues des cellules mésenchymateuses qui synthétisent et minéralisent la dentine primaire, secondaire et tertiaire (4). Elles sont situées à la périphérie de la pulpe formant la palissade odontoblastique. Celle-ci se forme au fur et à mesure que la dentine s'élabore car le volume de la cavité pulpaire diminue. Les odontoblastes se trouvent donc alignés, ou plutôt empacotés sur la périphérie de la pulpe. Ces cellules possèdent un prolongement cytoplasmique, encore appelé prolongement odontoblastique ou fibre de Tomes, qui parcourent l'épaisseur de la dentine dans sa quasi totalité, cela permet des interactions entre la pulpe et la dentine (38).

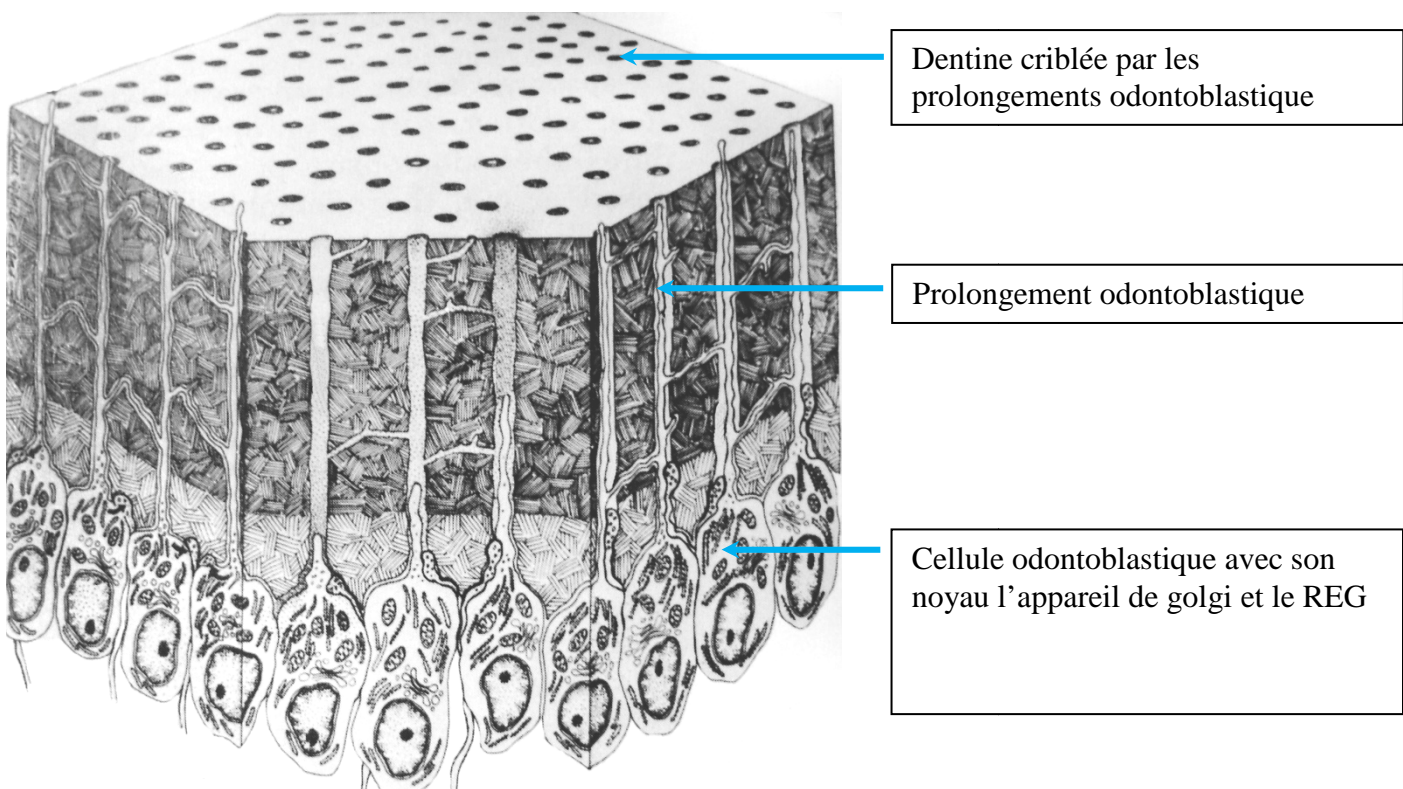


FIGURE 1 – Représentation schématique de la palissade des odontoblastes traversant la dentine  
BHASKAR 1991.



Elles possèdent un noyau volumineux refoulé dans leur pôle basal, donnant aux cellules une forme de poire (31). Les odontoblastes ont cette forme particulière car ils synthétisent puis sécrètent beaucoup de glycoprotéines. Les appareils de Golgi et le réticulum endoplasmique granulaire (REG) nécessaires à cette activité de sécrétion prennent de la place et refoulent le noyau en périphérie. Ces glycoprotéines forment la pré-dentine qui est une dentine non minéralisée, qui se minéralise par la suite par les odontoblastes pour former la dentine. Donc la synthétisation de cette dernière se fait grâce à un unique type cellulaire ; les odontoblastes (29).

Avec le vieillissement et l'accumulation de dentine secondaire, le nombre d'odontoblastes et de prolongements diminuent.

Les odontoblastes participent à toutes les fonctions de la pulpe. Ils ont un rôle initiateur dans le processus de formation de la dentine (63), un rôle d'échange de nutriments entre les capillaires sanguins et la dentine, et ils jouent un rôle de défense grâce à la formation de dentine tertiaire et enfin certains pensent qu'ils ont un rôle dans l'innervation.

#### ***II.1.1.1.2 Les fibroblastes***

Les fibroblastes sont des cellules fusiformes à cytoplasme parfois étoilé, issues elles aussi des cellules mésenchymateuses. Leurs prolongements souvent courts sont parfois ramifiés. Ce sont des cellules peu spécialisées qui sécrètent des substances formant la matrice extracellulaire, comme le collagène, protéoglycanes, glycoprotéines et glycosaminoglycanes. Ce sont les cellules les plus nombreuses de la pulpe (29).

#### ***II.1.1.1.3 Les cellules de défense***

Ce sont des cellules présentes dans la pulpe capables d'activer des mécanismes spécifiques et non spécifiques. On y retrouve des macrophages, des lymphocytes, des polynucléaires neutrophiles, des éosinophiles, des basophiles, des histiocytes, des cellules dendritiques, ... L'activation de défenses non spécifiques de l'hôte (irritants endogènes) déclenche la cascade des dérivés de l'inflammation et développe une réponse non spécifique de polynucléaires neutrophiles dégradant les antigènes d'origine bactérienne mais aussi les cellules pulpaire.

Ces polynucléaires neutrophiles sont le type cellulaire majeur dans la formation de micro-abcès et sont très efficaces pour détruire et phagocyter les bactéries ou les cellules mortes.

Malheureusement, leurs participations affectent souvent les cellules adjacentes et contribuent au développement de zones d'inflammation plus larges (29).

Les lymphocytes et les plasmocytes sont des cellules de l'inflammation qui apparaissent généralement sur les lieux de l'infection après la colonisation des neutrophiles. Ces cellules sont normalement absentes dans la pulpe saine, mais leur présence est la résultante de la réponse immune spécifique qui permet de détruire, d'endommager ou de neutraliser les corps étrangers. Leur présence serait donc le signe d'une irritation persistante (9).

#### **II.1.1.1.4 Les cellules indifférenciées**

Ce sont des cellules de réserve. La pulpe contient un réservoir de ces cellules, qui dérivent des cellules indifférenciées dans le stade embryologique des papilles dentaires. Ces cellules multipotentes sont probablement un type de fibroblastes qui conserve la capacité de différenciation et de redifférenciation sur la demande de nombreuses cellules matures. Elles sont en grande concentration sous la palissade des odontoblastes.

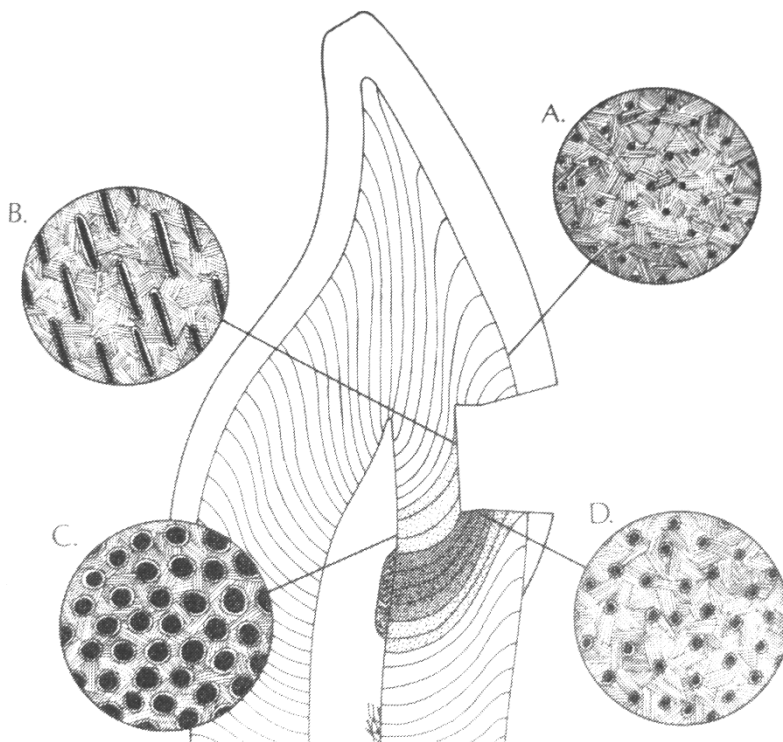
### **II.1.2 La dentine**

La dentine est un tissu calcifié recouvert par l'émail au niveau de la couronne et de cément au niveau de la racine. Elle est moins minéralisée et plus élastique que l'émail mais est nécessaire pour le soutien de l'émail. Elle a une couleur jaune en apparence, qui influe beaucoup sur la teinte d'une dent en raison de la translucidité de l'émail.

#### **II.1.2.1 Structure**

En poids, soixante dix pour cent de la dentine se compose de cristaux d'hydroxyapatite, vingt pour cent de matières organiques (principalement du collagène) et dix pour cent d'eau. Ce tissu minéralisé est un vrai « gruyère » car il est criblé par de nombreux *tubuli* dentinaires qui passent dans l'épaisseur de la dentine. La densité de ces *tubuli* est de l'ordre de 55 000 par millimètre carré, près de la pulpe, et de 20000 par millimètre carré près de l'émail (21; 44). Dans ces *tubuli* nous

retrouvons les prolongements odontoblastiques et du fluide dentinaire qui contient un mélange d'albumine, de transferrine, de ténascine et des protéoglycanes. Nous retrouvons également un réseau de *tubuli* accessoires qui connecte les *tubuli* entre eux.



Le diamètre des prolongements est de :

- 1  $\mu\text{m}$  à la jonction émail dentine (A),
- 1,5 à 2  $\mu\text{m}$  au milieu de la dentine (D)
- et de 1,5 à 3  $\mu\text{m}$  près de la pulpe (C).

La pénétration bactérienne (zone plus foncée) suit la ligne de moindre résistance pour atteindre la pulpe.

A noter que selon la coupe, au sein d'une même cavité carieuse, les *tubuli* n'ont pas le même aspect (B). 1mm<sup>2</sup> de cavité carieuse peut exposer 30 000 *tubuli*.

FIGURE 2 – Illustration représentant la forme, la taille et la distance entre les prolongements odontoblastique par rapport à la distance avec la pulpe BHASKAR 1991.

### II.1.2.1.1 Les différents types de dentine

Il existe trois types de dentine, primaire, secondaire et tertiaire. La dentine primaire est la couche la plus externe de la dentine située à partir de la jonction émail-dentine. La dentine secondaire est une couche de dentine produite après l'édification complète des racines de la dent. La dentine tertiaire est créée en réponse à un stimulus, (une attaque carieuse par exemple).

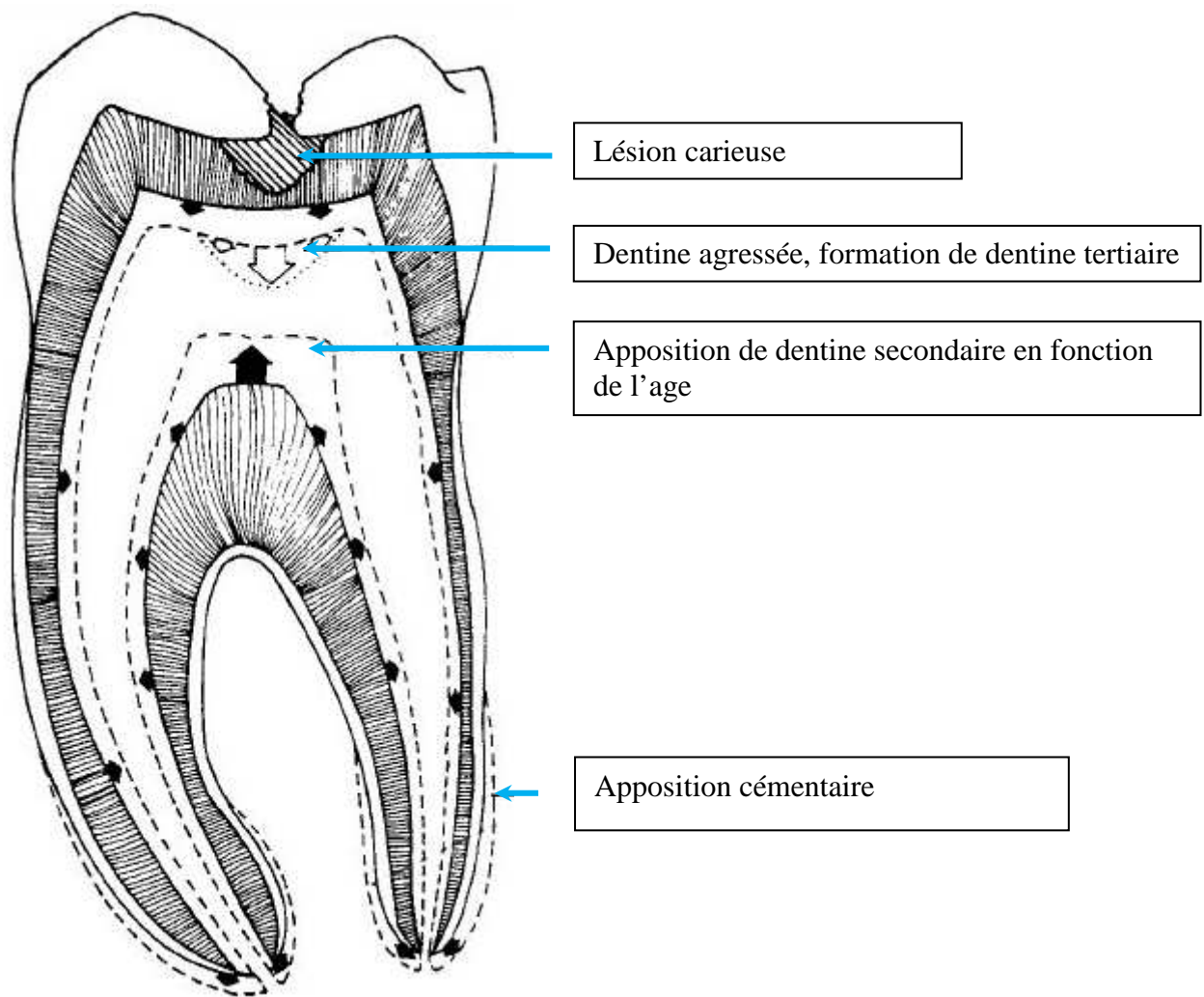


FIGURE 3 – Illustration d’une molaire mandibulaire montrant l’apposition des tissus minéralisés de manière physiologique et pathologique (lésion carieuse), réduisant l’espace pulpaire INGLE et BAKLAND 2002.

#### II.1.2.1.1.1 Dentine primaire

La dentine primaire est la plus volumineuse des dentines. Elle se situe entre l’émail et la chambre pulpaire et elle se forme jusqu’à l’éruption de la dent.

#### II.1.2.1.1.2 Dentine secondaire

La dentine secondaire se forme après l’édification complète des racines, une fois que la dent est sur l’arcade. L’apposition de cette dentine secondaire s’effectue tout au long de la vie, mais très lentement (29). C’est la croissance de cette dentine qui entraîne la diminution de taille de la chambre pulpaire avec l’âge.

### **II.1.2.1.1.3 Dentine tertiaire**

La dentine tertiaire a une réponse adaptée en fonction du type d'agression subi. C'est pourquoi nous différencions la dentine réactionnelle de la dentine réparatrice.

La dentine réactionnelle est principalement formée lors d'une agression pulpaire ayant souvent pour origine une lésion carieuse d'évolution lente et chronique. La formation de cette dernière se fait par une augmentation de la production physiologique de dentine péri-tubulaire. Cette oblitération prématurée des *tubuli* permet d'isoler de manière plus efficace la pulpe de la dentine périphérique de son contingent de bactéries cariogènes et de toxines bactériennes. Elle est appelée dentine réactionnelle sclérotique.

Lors d'une agression plus rapide ou plus intense de la pulpe, nous constatons une apoptose de certains odontoblastes. Ils sont remplacés par des cellules de la couche sous odontoblastique qui se différencient et remplacent ces derniers, ce sont les odontoblastes de remplacement. Quand ces cellules sont en place et bien différenciées, elles produisent une matrice extracellulaire riche en collagène et en fibronectine, cela constitue la fibrodentine. Cette dernière est une dentine particulière car elle ne contient pas de *tubuli*. C'est un magma de dentine moins minéralisée que la dentine classique.

## **II.1.3 L'innervation de l'organe pulpo-dentinaire**

La pulpe a une innervation très importante. Le nerf trijumeau donne les nerfs maxillaires et mandibulaires qui donnent à leur tour les nerfs alvéolaires. Ces derniers donnent des branches pulpaire qui cheminent dans la pulpe avec les vaisseaux en passant par le foramen apical pour former des paquets vasculo-nerveux dans la chambre pulpaire (29). Dans la chambre pulpaire on observe une ramification, le plexus de Rashkow.

Il y a trois types de terminaisons nerveuses, les boucles au niveau des corps des odontoblastes, dans la pré-dentine et certaines pénètrent dans les *tubuli* le long des prolongements odontoblastiques.

On retrouve les différents types de fibres nerveuses, fibres A, C avec ou sans myéline. La majorité de ces fibres sont amyéliniques. Elles ont des rôles divers comme la chimio sensibilité, la thermo sensibilité, la proprioception avec des réponses plus ou moins rapides en fonction des fibres

stimulées.

Selon certains auteurs, l'innervation de la pulpe et de la dentine est liée aux récepteurs périphériques qui sont sensibles aux mouvements du fluide intra tubulaire dans les tubules dentinaires.(32; 34; 69) BRANNSTROM.

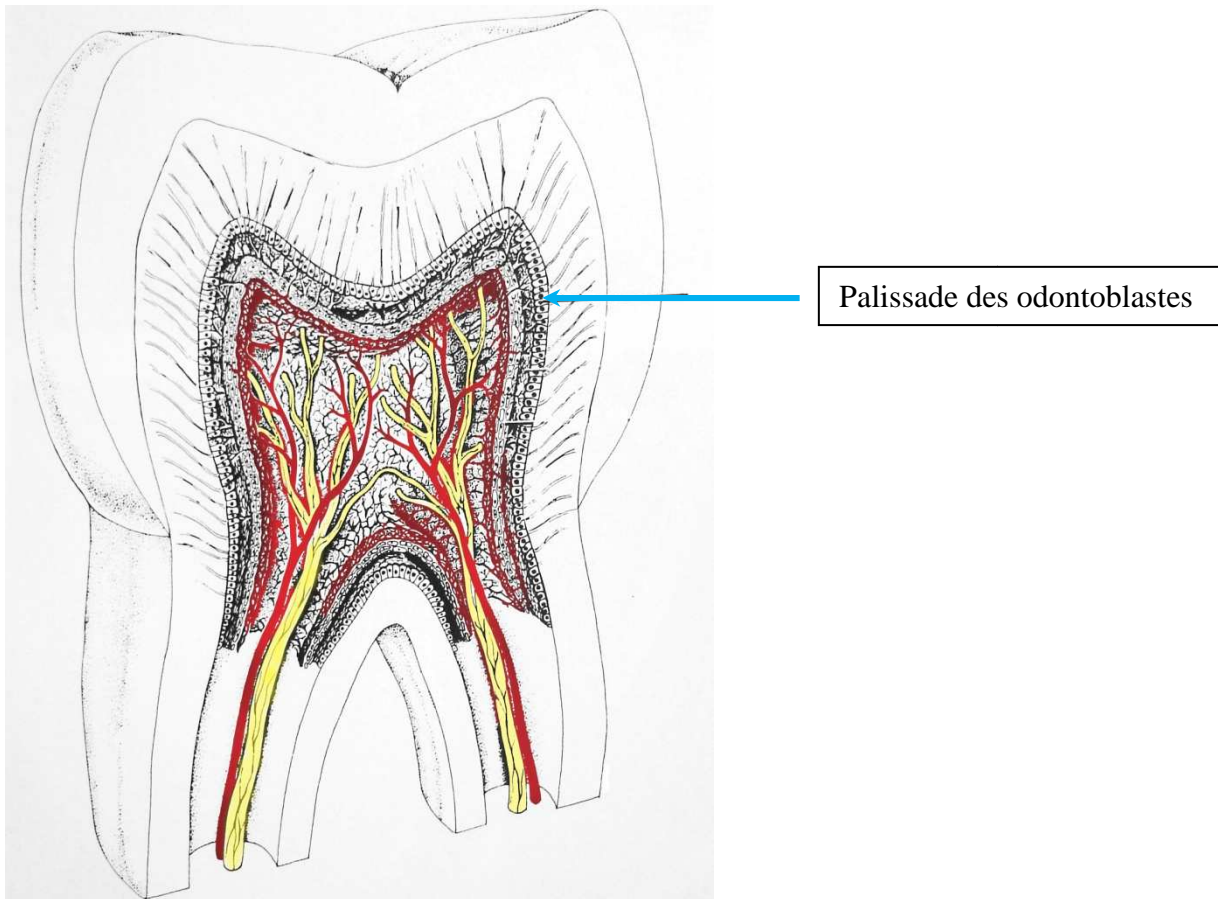


FIGURE 4 – Illustration de l'innervation et de la vascularisation pulpaire. En jaune le système nerveux en rouge le réseau vasculaire. D après BHASKAR 1991.

#### II.1.4 La vascularisation de l'organe pulpo-dentinaire

La pulpe est abondamment vascularisée par les artérioles pulpaire qui pénètrent dans la pulpe au niveau du foramen apical. Ces artérioles sont la prolongation des collatérales de l'artère pulpaire. Elles cheminent dans les racines vers la pulpe camérale puis se ramifient pour former des capillaires fenestrés que l'on retrouve dans la couche sous odontoblastique (14). Ces anses capillaires permettent la perfusion des odontoblastes et leur assurent l'apport nutritionnel nécessaire à la dentinogenèse. On note aussi de nombreuses anastomoses dans la chambre pulpaire.

Nous retrouvons ensuite une circulation terminale grâce aux capillaires succédés par les veinules qui cheminent le long des racines pour repasser le foramen apical et se jeter dans des veines.

Pendant longtemps des vaisseaux lymphatiques ont été décrits dans la littérature, mais une étude récente de GERLI de grade A montre que dans des conditions normales la pulpe dentaire ne contient pas de véritables vaisseaux lymphatiques. Les différentes théories sur la circulation de liquide interstitiel dans la pulpe devrait être révisée en conséquence (23).

Dans le cas d'une agression, il y a inflammation, ce qui entraîne une vasodilatation des capillaires fenestrés pour apporter des cellules de défense sur zone ainsi que des nutriments pour assurer l'énergie nécessaire à cette défense. Mais cette vasodilatation entraîne une augmentation de la pression car la chambre pulpaire est un espace clos, cela conduisant à une destruction des odontoblastes.

## ***II.2 Le ciment***

Le ciment est un tissu minéralisé recouvrant la dentine sur toute sa partie radiculaire. Cette couche est fine au niveau du collet et présente une partie plus renflée au niveau apical. C'est un tissu minéralisé similaire à l'os excepté qu'il n'est pas vascularisé, et qui est formé à 50% de minéral et une matrice organique contenant du collagène (44). Le ciment a différents rôles, il sert d'attache de la dent au procès alvéolaire, il permet de réparer une fracture, il compense l'usure occlusale par un dépôt de ciment apical qui perdure toute la vie et il protège la dentine.

## ***II.3 L'émail***

L'émail est un tissu très minéralisé qui recouvre la dentine sur toute la partie coronaire, composé à 96% de matière minérale et notamment de cristaux d'hydroxyapatite. Sa composition rend donc l'émail solide mais en même temps fragile et friable car non élastique. Lors de sa formation les améloblastes qui ont ce rôle, recouvrent ce dernier et sont éliminés lors de l'éruption de la dent. Donc l'émail est un tissu non vivant non innervé. Une perte de ce tissu par l'usure ou la carie ne sera pas régénérée (44). L'émail est semi transparent mais sa teinte varie entre le jaune et le gris.

## II.4 *Volume de la pulpe et épaisseur d'émail dentine.*

Voilà, quelques tableaux évoquant les différents chiffres relatifs au volume de la pulpe en fonction du type de dent, ainsi que les épaisseurs d'émail et de dentine. Bien sûr, ce sont des données statistiques, néanmoins importantes lorsque nous préparons une dent vivante.

DENT	Maxillaire	Mandibulaire
	Volume en centimètre cube	Volume en centimètre cube
Incisive centrale	0,012	0,006
Incisive latérale	0,011	0,007
Canine	0,015	0,014
Première prémolaire	0,018	0,015
Deuxième prémolaire	0,017	0,015
Première molaire	0,044	0,032
Deuxième molaire	0,023	0,031

FIGURE 5 – Tableau montrant le volume pulpaire de chaque dent en centimètre cube. D'après BHASKAR 1991.

Ce tableau a pour but de montrer le volume pulpaire des dents, on constate qu'une incisive centrale maxillaire a quasiment le même volume qu'une incisive latérale maxillaire. Alors que, la largeur d'une couronne de latérale fait deux tiers de celle d'une centrale. Mais ces données sont à prendre avec précaution car pour un même volume pulpaire, la répartition de la pulpe peut être assez différente. En effet, les cornes pulpaires peuvent être plus ou moins effilées, plus ou moins gênante pour la préparation.



Dent Tissu	Situation	Bord incisif		Face occlusale				Mi-hauteur coronaire				Jonction amélo- cémentaire			
				V	Cent	L	M	F	D	L	M	F	L	D	
Incisive centrale Email Dentine		0,9 3,4						M	F	D	L	M	F	L	D
				0,7 1,6	1,0 1,4	0,7 1,6	0,7 1,0	2,2 2,2	2,5 2,5	2,3 2,3	3,1 3,1				
incisive latérale email dentine		0,9 3,3						M	F	D	L	M	F	L	D
				0,8 1,2	1,0 1,1	0,6 1,2	0,7 0,9	1,8 1,8	2,0 2,0	2,2 2,2	2,0 2,0	2,7 2,7	2,2 2,2	1,7 1,7	2,4 2,4
Canine Email Dentine		1,1 4,4						M	F	D	L	M	F	L	D
				0,7 1,8	0,8 2,0	0,8 2,2	0,7 2,0	2,0 2,0	2,7 2,7	2,2 2,2	2,0 2,0	2,7 2,7	2,2 2,2	2,2 2,2	2,9 2,9
Première prémolaire Email Dentine				Cuspide 1,5 3,0	Sillon 1,3 3,1	Cuspide 1,8 3,3		M	F	D	L	M	F	L	D
				1,2 1,2	1,3 1,3	1,3 1,3	1,4 1,4	2,2 2,2	2,6 2,6	2,2 2,2	2,7 2,7				
Deuxième prémolaire Email Dentine				Cuspide 1,7 3,3	Sillon 1,3 3,2	Cuspide 1,7 3,4		M	F	D	L	M	F	L	D
				1,1 1,1	1,3 1,3	1,1 1,1	1,4 1,4	2,0 2,0	2,2 2,2	1,9 1,9	2,3 2,3				
Première molaire Email Dentine		MV Cuspide 1,8 3,9	DV Cuspide 1,9	Centre Fosse 0,6	ML Cuspide 1,9 4,0	DL Cuspide 1,9		M	F	D	L	M	F	L	D
				1,3 1,3	1,5 1,5	1,4 1,4	1,6 1,6	2,5 2,5	2,8 2,8	2,6 2,6	2,8 2,8				
Deuxième molaire Email dentine		MV Cuspide 2,0 3,8	DV Cuspide 1,9	Centre Fosse 0,5	ML Cuspide 2,1 4,4	DL Cuspide 1,9		M	F	D	L	M	F	L	D
				1,3 1,3	1,4 1,4	1,3 1,3	1,6 1,6	2,6 2,6	2,9 2,9	2,6 2,6	3,0 3,0				

FIGURE 6 – Épaisseur de l'émail et de la dentine des dents maxillaires. D'après JACOBI et coll. 1988.

Dent Situation Tissus	Bord incisifs	Face occlusale			Mi-hauteur coronaire				Jonction amélo-cémentaire								
		V	Cent	L	M	F	D	L	M	F	L	D					
Incisive Email Dentine	0,9 3,7				0,6	0,9	0,7	0,6									
					1,1	1,1	1,2	0,9									
Canine Email Dentine	1,0 3,6				0,6	0,8	0,8	0,6									
					2,0	2,0	2,1	0,9	1,5	2,3	1,5	2,4					
Premier prémolaire Email Dentine					1,0	1,2	1,0	1,1									
					1,0	1,2	1,0	1,1	2,1	2,5	2,1	2,8					
Deuxième prémolaire Email Dentine					1,1	1,3	1,1	1,2									
					1,1	1,3	1,1	1,2	2,2	2,6	2,2	2,5					
Première molaire Email Dentine					MV Cuspide 2,0 3,8	DV Cuspide 1,8 3,3	Centr Fosse 0,5	ML Cuspide 1,9 3,7	DL Cuspide 1,8 3,3	1,2	1,5	1,3	1,3	2,5	2,8	2,7	2,6
					MV Cuspide 2,0 3,6	DV Cuspide 1,9 3,6	Centr Fosse 0,5	ML Cuspide 1,8 3,3	DL Cuspide 1,8 3,6	1,4	1,6	1,5	1,5	2,5	3,0	2,8	2,6

FIGURE 7 – Épaisseur de l'émail et de la dentine des dents mandibulaire. D'après JACOBI et coll. 1988.

## **II.5      *Évaluation de la santé pulpaire***

La forme de la pulpe et surtout son volume, sont assujettis à des agressions multiples sur le complexe dentino-pulpaire, et sont donc fonction du vécu de la dent. Le schéma de BENCE illustre sommairement l'impact de l'accumulation de ces agressions (Figure 9). L'âge de la dent constitue aussi un facteur non négligeable dans cette évaluation.

### **II.5.1      La dent « jeune »**

La dent « jeune » présente une chambre pulpaire assez volumineuse, avec des cornes pulpaires parfois très prononcées. La dentine secondaire n'a en effet que très peu diminué le volume pulpaire (Figure 3).

Les *tubuli* ont un diamètre important, offrant une plus grande perméabilité pulpaire après la préparation.

Par ailleurs, la dent jeune offre une bonne réponse face aux agressions pulpaires grâce à un potentiel réparateur important.

Paradoxalement, la forme et le volume de la pulpe peuvent apparaître comme des facteurs défavorables à la préparation de la dent, tandis que son potentiel de défense est un facteur favorable.

Toutefois, cet aspect est à relativiser en fonction de l'indice de LE HUCHE. Cet indice est un rapport entre la largeur maximum de la couronne et la largeur au collet dans le sens mésio-distal. Plus l'indice est important, plus la forme de la dent est triangulaire (36).

Le HUCHE précise qu'une dent de forme triangulaire présente plus de risque lors de la préparation qu'une dent de forme rectangulaire, car la pulpe reproduit approximativement la forme de la dent.

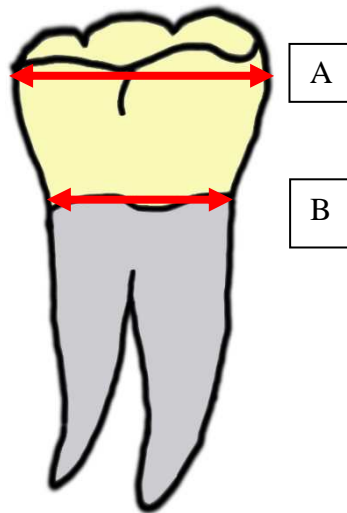


FIGURE 8 – Schéma représentant l'indice de Le HUCHE.  
A : largeur maximum de la couronne ; B : largeur au collet.  
D'après SHILLINGBURG 1997.

### II.5.2 La dent « âgée »

Le volume pulpaire est réduit par l'apposition progressive de dentine secondaire ce qui constitue un facteur favorable (29).

Néanmoins, il est indispensable d'être vigilant à l'égard des signes qui permettent d'évaluer la quantité d'agressions subies par le complexe dentino-pulpaire de la dent au cours de sa vie.

Sur une dent « âgée », il est donc primordial d'essayer d'évaluer l'état du potentiel réparateur et son vécu : la présence d'obturations, leur nombre, le volume de la pulpe et sa forme.

### II.5.3 Les tests de vitalité

L'évaluation de la vitalité pulpaire se fait essentiellement basée sur la douleur et de son analyse. Différentes voies sont possibles pour obtenir des informations sur l'état pulpaire. Il n'y a probablement aucun test qui se suffise à lui-même. Les résultats cumulés de plusieurs tests nous fourniront les informations nécessaires à l'ébauche d'un diagnostic.

### **II.5.3.1 Tests de percussion**

Les tests de percussion se font sur la dent avec un manche de miroir, en commençant à distance de la dent à couronner. La percussion est légère et se fait dans le sens horizontal et vertical. Une dent saine ne présente aucune douleur.

En revanche, une douleur lors de la percussion horizontale indique une inflammation pulpaire, tandis qu'une percussion verticale indique une participation desmodontale (51).

### **II.5.3.2 Tests thermiques**

L'élément le plus communément associé à une pulpe symptomatique est la douleur provoquée ou soulagée par l'application de froid ou de chaud.

#### ***II.5.3.2.1 Test au froid***

Le test au froid s'effectue généralement à l'aide d'un spray réfrigérant (difluorodichlorométhane (DDM) (-50°C) ), appliqué sur une boulette de coton, que l'on place sur la face vestibulaire (62). Il est habituellement conseillé « d'étalonner » en testant la dent controlatérale (49). Sur une dent saine, le patient perçoit une douleur de faible intensité et de courte durée. Toute douleur forte ou persistante indique une inflammation pulpaire.

#### ***II.5.3.1.2 Test au chaud***

Le test au chaud se réalise soit avec de la pâte de Kerr®, soit avec de la gutta chauffée sur une spatule. L'application se fait sur la face vestibulaire de la dent préalablement vaselinée (49). La dent controlatérale sert pour « étalonner » le test. Une pulpe normale ne répond pas douloureusement. Une pulpe en cours de nécrose répondra souvent avec une réaction douloureuse et intense.

### **II.5.3.3 Test électrique**

L'objectif de ce test est de mesurer la conduction nerveuse. Les fibres nerveuses A $\delta$  sont stimulées

par l'application d'un courant électrique au niveau de la dent (26).

Ce test est réalisé à l'aide d'un « pulp tester » type vitality scanner® qui utilise un courant électrique d'intensité croissante (49). Pour mener à bien ce test, nous appliquons de la pâte dentifrice sur la face vestibulaire de la dent ainsi que le « pulp tester » sur le tiers cervical (pour une meilleure proximité pulpaire). La recherche débute par une charge faible dont l'intensité est augmentée progressivement jusqu'à l'obtention d'une réponse sous forme de sensation de fourmillement ou de chaleur. Une dent voisine présumée saine est testée comme élément de référence. La valeur de l'intensité est peu importante, sauf si elle est maximale et qu'il n'y a pas de douleur, cela signifie que la dent est nécrosée.

Bien qu'en théorie plus précis que les tests thermiques, de nombreux risques d'erreurs sont possibles. Seule la combinaison d'au moins deux tests différents permet d'évaluer la vitalité pulpaire (71).

#### **II.5.4 Examen radiographique**

L'examen radiographique est un élément essentiel et complémentaire pour évaluer la santé et la situation pulpaire.

Le cliché rétro-alvéolaire effectué par la technique des plans parallèles permet d'évaluer la santé de la dent à couronner, dans son contexte parodontal. Lors de cette technique, un angulateur est préconisé afin d'avoir un film parallèle à la dent pour une moindre déformation dimensionnelle du cliché (10).

Le cliché rétrocoronaire peut nous permettre de mieux matérialiser les cornes pulpaires, le volume de la chambre, les calcifications, les restaurations préexistantes,...

Ces clichés radiographiques ne doivent révéler aucune pathologie péri-apicale évidente. Ces derniers doivent permettre d'évaluer le volume et la forme de la cavité pulpaire. En effet, l'image radiographique nous montre les différentes cornes pulpaires ainsi que leurs dispositions, l'anatomie radulaire (courbures, longueur,...), l'état périapical, et d'éventuelles résorptions apicales (28).

C'est le praticien qui évaluera la quantité de tissu minéralisé disponible autorisant ou non, la réalisation d'une couronne céramo-métallique sur dent vivante.

## ***Rappels de la constitution d'une couronne céramo-métallique.***

Une couronne céramo-métallique est constituée de 2 parties. L'armature métallique et la partie dite cosmétique en céramique.

L'armature métallique peut être de différentes natures : soit en alliage précieux, soit en alliage non précieux. L'alliage nickel-chrome a été le plus utilisé pour les armatures céramo-métalliques pour ses excellentes propriétés mécaniques (11). Mais le nickel provoque des allergies, il est maintenant supplanté par les alliages cobalt-chrome qui présentent des qualités similaires et une meilleure tolérance biologique.

La partie cosmétique est un mélange poudre liquide contenant essentiellement un silicate complexe. La poudre est composée en fonction de la translucidité, l'opaque, la dentine, l'émail et les poudres correctrices de teinte. Cette céramique dentaire est une céramique dite à basse fusion inférieure à 1050°C. La pâte obtenue est déposée sur la chape métallique séchée, déshydratée et fondue à sa température. Ces étapes sont renouvelées quatre ou cinq fois selon les couches successives nécessaires, jusqu'à obtention du volume et des teintes voulus.

Cette partie cosmétique apporte non seulement le côté esthétique de la prothèse céramo-métallique mais elle lui confère un rôle d'isolant thermique (11).

## **III Agressions de la pulpe lors de la réalisation de prothèses sur dent vivante**

### ***III.1 Agressions physiques***

#### **III.1.1 Agressions mécaniques**

Ce sont des agressions qui peuvent être de nature multiple, survenant lors de traumatismes ou lors d'un fraisage, pour une préparation en vue d'une prothèse.

##### **III.1.1.1 Les traumatismes**

Les traumatismes ne font pas partie des agressions subies au cours de la réalisation d'une couronne sur dent vivante. Néanmoins, ils font partie des agressions mécaniques potentielles qu'une dent peut subir dans la vie courante. Si une dent a subi un traumatisme il est d'une importance majeure d'évaluer sa vitalité avant d'entreprendre un quelconque traitement.

Ces traumatismes peuvent avoir différents degrés, allant du simple choc à la fracture radiculaire en passant par tous les stades de fractures amélaire, amélo-dentinaire, dentino-radicaire, sans oublier les traumatismes dûs à une sur-occlusion.

##### **III.1.1.2 Les vibrations**

Les vibrations sont consécutives au fraisage et entraînent des désordres circulatoires (22). En effet, celles-ci engendrent un désordre de la micro circulation sanguine créant un shunt capillaire entre les pressions veineuses et artérielles. La qualité de la fraise utilisée, à savoir son diamètre, sa granulométrie, sa longueur et son usure influent sur les vibrations par une efficacité de coupe plus ou moins importante.

Au-delà de ces désordres circulatoires, les vibrations suscitent une gêne, mais cette perception n'est pas nécessairement douloureuse pour le patient (18). Ainsi le bruit est plus déplaisant pour ce dernier. En réduisant ces vibrations, c'est un gain de confort pour le patient et le praticien.

Elles sont entre autres liées à l'efficacité de coupe des fraises dont nous reparlerons par la suite.



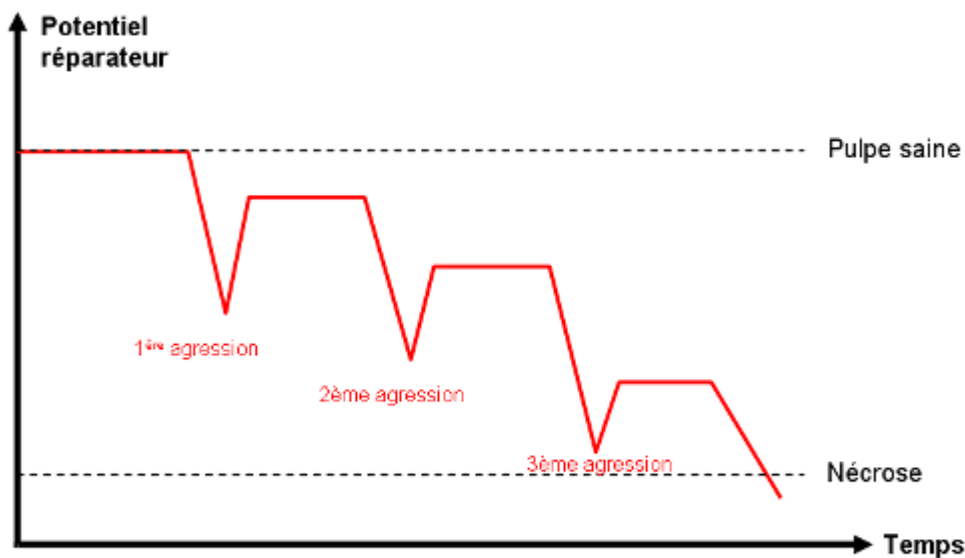
### III.1.1.3 La section des prolongements odontoblastiques

Ce sont des agressions qui peuvent être de nature multiple. Lors de la préparation de cavités moyennes ou profondes, les vibrations, l'effet coupant des fraises, entraînent la section, et la dessiccation des prolongements odontoblastiques. Ces cellules étant lésées il y a généralement une inflammation pulpaire.

### III.1.2 Agressions thermiques

Les agressions thermiques sont le plus souvent des agressions iatrogènes créées lors du curetage d'une lésion carieuse lors de la préparation d'une dent vivante en vue d'une prothèse.

L'utilisation de résine chémo-polymérisable lors de la réalisation de couronne provisoire engendre aussi une augmentation thermique. Bien sûr, une alimentation « brûlante » ou très froide, peut générer ce genre d'agression mais essentiellement sur des reconstitutions, comme l'amalgame qui transmet les variations de température. Dans ce cas, c'est surtout la répétition de l'agression qui est nocive pour la pulpe (6).



**Schéma de Bence**

FIGURE 9 – D'après BENICE 1978 , schéma représentant le potentiel réparateur de la pulpe face à la sommation des agressions dans le temps.

### **III.1.2.1 Effet de l'augmentation thermique lors du fraisage**

Dans le cas présent nous étudions l'impact de notre thérapeutique sur la dent. L'élévation de température se crée par un échauffement lors du fraisage, par effet de friction de la fraise sur les tissus durs, comme l'émail ou la dentine.

C'est de la physique rudimentaire. Il y a une transformation de travail en chaleur due aux forces de frottements.

Cette hausse de température entraîne une brûlure des odontoblastes, une évaporation du liquide intracaniculaire, et perturbe la micro circulation pulpaire pouvant retarder la réaction inflammatoire et la cicatrisation. Dès 46°C, une brûlure de la couche des odontoblastes peut provoquer des effets irréversibles (19).

A noter que plus l'épaisseur de dentine résiduelle est fine plus l'impact de l'augmentation thermique est néfaste pour conserver la vitalité pulpaire.

### **III.1.2.2 Paramètres pour un fraisage optimum**

Un fraisage dit « atraumatique » est un fraisage qui associe différents paramètres pour obtenir un meilleur rendement, et avoir une vitesse de coupe idéale. Cette dernière permet d'évaluer l'action de la fraise sur un tissu.

#### **III.1.2.2.1 La vitesse de rotation**

Plus la vitesse de rotation est élevée, plus la chaleur produite est importante lorsque les autres paramètres sont stables. Mais une vitesse de rotation importante donne une vitesse de coupe optimale, suivant la relation suivante :

$$V_c = \pi D \cdot N \cdot 1000$$

$V_c$  : la vitesse de coupe en mètre par seconde

$\pi$  : Constante

D : le diamètre de la fraise en millimètre

N : vitesse de rotation en tours par seconde

La vitesse de coupe est la vitesse exprimée en mètre par seconde, parcourue par un point situé sur le diamètre extérieur de la fraise. Celle-ci est différente de la vitesse de rotation exprimée en nombre de tours par minute qui ne permet pas d'évaluer le travail que la fraise effectue sur les tissus (42).

### **III.1.2.2.2 La pression exercée**

Lorsque les autres paramètres sont constants, plus la pression exercée sur la fraise est importante plus la chaleur induite est importante.

La pression exercée est liée à l'efficacité d'éviction des tissus durs. Plus l'éviction est aisée moins le praticien exercera une pression forte. A noter qu'une pression trop forte augmente le risque de bourrage de la fraise.

Lors de l'utilisation de la turbine avec des grandes vitesses de rotation, la pression subie par la fraise est faible, et il en résulte une diminution du sens tactile pour le praticien.

L'avantage de la turbine sur le micro moteur est que la pression exercée par la fraise est plus modérée. En effet, plus la contrainte est importante sur la turbine plus sa vitesse diminue, alors que sur un micro moteur celle-ci varie beaucoup moins.

### **III.1.2.2.3 La qualité des fraises utilisées**

#### **III.1.2.2.3.1 Le diamètre de la fraise**

Comme nous l'avons vu précédemment, nous devons adapter la vitesse de coupe au diamètre de la fraise pour premièrement avoir une vitesse de coupe bien adaptée et deuxièmement, éviter un dégagement de chaleur trop important.

### III.1.2.2.3.2 La nature de la fraise

Nous disposons de trois types de fraises : les fraises acier, les fraises carbure de tungstène et les fraises diamantées.

#### a) Les fraises acier

Ce sont des fraises généralement utilisées pour le curetage de la dentine cariée à basse vitesse (42). Elles ont une usure rapide donc une diminution de la coupe et une augmentation de la surface de friction, par conséquent une augmentation de la chaleur produite. Ce genre d'instrumentation n'est pas utilisé lors de préparation prothétique mais néanmoins importante à mentionner car un curetage carieux peut être envisagé avant une préparation.

#### b) Les fraises carbure de tungstène

Ce sont des fraises beaucoup plus dures que les fraises en acier.

Ces fraises présentent des performances uniquement à haute vitesse (42).

Le rôle de ces fraises c'est le polissage et pour les réalisations plus précises.

Du point de vue biologique elles sont mieux tolérées que les fraises diamantées.

#### c) Les fraises diamantées

Les fraises diamantées trouvent tout leur intérêt sur les tissus durs comme l'émail et ont une efficacité moindre sur les tissus mous.

Ce sont des petits éclats de diamant naturel ou synthétique de différentes formes ayant des angles vifs qui sont posés par électrodéposition sur un instrument en acier auxquels ils adhèrent grâce à une base en nickel ou en chrome (2).

Le rôle de ces fraises est surtout l'éviction rapide de l'émail et elles sont deux à trois fois plus efficaces que les fraises en carbure de tungstène. En revanche, elles laissent une surface rugueuse et des limites de préparation irrégulière (5).

Bien évidemment, l'idéal est de coupler l'usage des fraises diamantées avec celui des fraises tungstène.

### III.1.2.2.3.3 Le « bourrage » des fraises

Il y a « bourrage » lorsque les copeaux produits lors de la coupe ne peuvent plus s'éliminer et restent entre les dents ou les grains de la fraise.

La conséquence du « bourrage » est une efficacité de coupe très nettement diminuée provoquant une augmentation de pression par le praticien suivie d'un échauffement accru.

Les causes du « bourrage » sont essentiellement un volume faible entre les dents de la fraise et une pression trop forte sur la fraise car la section de copeaux est alors plus grande et plus difficile à évacuer.

Pour pallier à ce « bourrage » il faut utiliser des fraises avec un « entre dent » important surtout en début de préparation, lorsque l'éviction de tissu est importante. La pression exercée doit être de faible intensité plus la vitesse est importante comme vu précédemment. L'utilisation d'un spray air/eau permet de même une meilleure évacuation des copeaux produits.

### III.1.2.2.3.4 L'usure des fraises

Une fraise neuve produit une coupe franche avec des copeaux nets et l'état de surface de l'émail reste bien lisse après la coupe.

Alors qu'une fraise usée produit une coupe moins franche, la coupe perd en précision. Cela ressemble plus à un arrachement de l'émail.

Lorsqu'une fraise est neuve, l'énergie libérée pendant la coupe est une énergie mécanique et l'élévation thermique est faible.

*A contrario* une fraise usée provoque un effet thermique supérieur car les frottements sont plus importants pour une action mécanique moindre.

De même, plus une fraise est usée, plus la pression exercée sera importante pour avoir la même efficacité mécanique, et bien sur une augmentation thermique proportionnelle à cette usure (42).

#### **III.1.2.2.3.5 Quel instrument utiliser turbine ou contre-angle bague rouge ?**

En prothèse fixée, il y a deux instruments possibles pour préparer les dents. La turbine à air comprimé fait tourner la fraise à une vitesse de 400000 tours par minute (rpm), et le contre-angle bague rouge mécanique à une vitesse de 200000 rpm.

Selon une étude de grade B de WALTSON et coll 2000, l'augmentation de température pour un fraisage identique est la même avec un contre-angle bague rouge et une turbine.

Selon KENYON et coll. 2005 (étude de grade B), il n'y a aucune preuve que la qualité des préparations diffère significativement entre les deux types d'instruments, bien que le contre-angle bague rouge a une meilleure efficacité pour préparer la dent. Il semblerait qu'il produirait moins de vibrations, mais cette conclusion est fondée sur des observations d'opérateur plus que sur de réelles évaluations quantitatives (33).

Le principal inconvénient du contre-angle bague rouge est son poids, il est de 50 à 100% plus lourd qu'une turbine (17).

#### **III.1.2.2.4 Le temps de repos**

Le temps de repos durant la préparation permet à la pulpe de retrouver sa température physiologique.

Lorsque la variation de température est faible la pulpe retourne à sa température initiale très rapidement durant le temps de repos.

Il faut alors alterner les faces de travail pour ne pas exercer un échauffement sur un point précis de la préparation et faire des petites pauses pour ménager la pulpe.

#### **III.1.2.2.5 Le refroidissement**

Une préparation bien réalisée, doit être obtenue avec une élévation thermique insignifiante.

Un système de refroidissement doit donc être mis en œuvre pour parvenir à nos fins. Pour une meilleure efficacité ce refroidissement doit agir au niveau du point de contact entre la fraise et les

tissus (42).

L'échauffement de la dentine est trois fois plus important si aucun système de refroidissement n'est utilisé.

L'air utilisé seul, pour refroidir la préparation, est néfaste pour la pulpe et ne peut donc pas remplacer le spray (8). Cela déshydrate la dentine et provoque un déplacement des odontoblastes.

Le spray, à lui seul n'est pas garant de l'intégrité pulpaire. Si ce dernier est trop faible, ou encore mal orienté, une brûlure de la dentine, à un endroit localisé, peut survenir.

De même le spray améliore l'efficacité de l'instrument en évitant le bourrage des fraises comme nous l'avons vu précédemment.

Pour augmenter l'efficacité du spray de nombreux constructeurs ont disposé de 3 à 5 sprays sur leur turbine, cela permettant d'agir dans toutes les directions possibles. De plus, le spray ne sera pas arrêté par une paroi dentaire.

### ***III.2 Agressions chimiques***

Les agressions chimiques ont longtemps été considérées comme nocives pour la pulpe, mais cela est assez relatif. La progression des agresseurs chimiques se fait par diffusion dans la dentine et les tubules contribuent à la dilution de ces substances au fur et à mesure que l'on se rapproche de la pulpe. Cette dilution est donc fonction de l'épaisseur de dentine résiduelle. De plus la composition de la paroi des tubules non seulement dilue mais absorbe différentes molécules et neutralise les acides.

« C'est par ce mécanisme de neutralisation que l'on explique aujourd'hui le peu d'effet sur la pulpe que provoque l'application sur la dentine de produits auparavant considérés comme très irritants, tels les acides de mordantage » (51).

On constate que la préparation de cavités ainsi que leur obturation provoquent des réactions pulpaires généralement réversibles. Elles sont probablement dues à la diffusion de constituants des matériaux. En effet des constituants de résine composite tels que le TEGDMA et l'HEMA peuvent

diffuser à travers la dentine, et provoquer des réactions pulpaires sans infection bactérienne.

D'après SCHMALZ et ARENHOLT-BINDSLEV 2009 (étude de grade B), les composites ne créent pas d'interactions pulpaires en l'absence d'infiltration bactérienne.

En effet lors de la polymérisation des composites une percolation se crée avec le phénomène de rétraction de prise.

Néanmoins GOLDBERG et coll. 1994 ne sont pas d'accord à ce sujet, l'étude de grade B, *in vitro*, sur les adhésifs montre des phénomènes de nécrose ou d'apoptose survenus en l'absence d'infiltration bactérienne au niveau des parois dentinaires.

Concernant les ciments verres ionomères, ils sont habituellement jugés comme non toxiques pour la pulpe, à condition que les bactéries ne s'infiltrent pas (60). Malgré cette non toxicité que l'on attribue aux ciments verres ionomères, lorsqu'il y a un contact direct avec les tissus pulpaires, alors la formation d'abcès est observée.

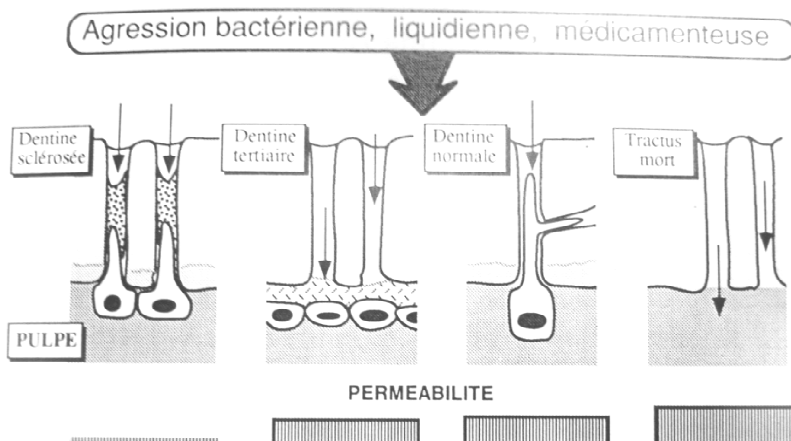


FIGURE 10 – Coupe schématique montrant les différents degrés de perméabilité dentinaire, en fonction du type de dentine EXBRAYAT et coll. 1986.



### **III.3 Agressions bactériennes**

Les bactéries constituent la principale cause d'inflammation pulpaire irréversible. Elles pénètrent essentiellement par les lésions carieuses et s'infiltrent autour des reconstitutions.

Cependant, la préparation d'une dent provoque l'ouverture de millions de *tubuli* dentinaires, facilement envahis par les micro-organismes présents dans la cavité buccale (19). Comme nous l'avons vu précédemment sur la figure 2, plus l'épaisseur de dentine résiduelle est fine plus les *tubuli* sont nombreux et de diamètre supérieurs.

Cette situation peut inciter à désinfecter largement la surface préparée en appliquant des agents désinfectants (alcool, phénols, éther, eau oxygénée...) qui ont tous, à des degrés divers, une action nocive sur les odontoblastes et sur la pulpe. Il convient donc d'adopter une attitude préventive et de contrarier l'envahissement de la plaie dentinaire exposée. Trois conditions doivent être réunies :

- Stériliser rigoureusement l'instrumentation
- Éviter le contact de la plaie avec la salive
- Faire la préparation sous spray avec une aspiration continue

## IV Interactions entre la pulpe et les matériaux

Lorsque nous réalisons une prothèse fixée nous utilisons différents matériaux susceptibles de générer des interactions néfastes avec la pulpe. Il est important d'étudier les produits existants pour le nettoyage et la protection de la dent après sa préparation, avant de poursuivre les étapes prothétiques.

En effet des matériaux tels que, des résines des ciments sont utilisés pour effectuer cette dernière, nous allons étudier leurs nocivités.

### IV.1 Lors du nettoyage de la préparation

Le choix de la technique de nettoyage de la préparation ne doit pas être négligé, car la pérennité des étapes suivantes en résulte. Tous les facteurs agressifs doivent être écartés afin de préserver la vitalité pulpaire.

- Le nettoyage des préparations est la condition *sine qua non* pour éliminer de la surface dentinaire tous les débris de fraisage, de bactéries salivaires, et de sang.

En revanche, les débris ou boue dentinaire, ont deux avantages :

Premièrement, limiter presque immédiatement la pénétration des canalicules par des bactéries pathogènes ainsi que leurs toxines (47).

Deuxièmement, former une barrière face à la cytotoxicité de certains matériaux (39). L'emploi de produit déminéralisateur tel que, l'acide citrique et l'acide phosphorique sont à proscrire, pour éviter l'élimination des débris intertubulaires.

- Les produits ayant un effet toxique sont à éviter. En effet, les phénols sont cytotoxiques, l'alcool attaque les odontoblastes, le chloroforme déshydrate la dentine, l'eau oxygénée peut provoquer des embolies pulpaire.
- Le nettoyage peut se faire à l'aide d'une solution fluorée à action de surface, légèrement bactéricide. Selon cette étude, c'est une solution de Na F à 3% contenant de la chlorhexidine qui donne les meilleurs résultats sans désobturer les *tubuli* dentinaires.

## ***IV.2 Lors de la protection pulpo-dentinaire***

Une fois notre préparation terminée et nettoyée, nous devons protéger le complexe pulpo-dentinaire pour diverses raisons : (67)

- Déposer un film protecteur contre les *tubuli* dentinaires afin d'isoler la pulpe de la septicité buccale.
- Bloquer les échanges osmotiques avec les fluides buccaux.
- Protection contre les agressions physiques ou chimiques ultérieures.
- Stimuler la guérison et la cicatrisation de l'organe pulpaire.

Nous allons passer en revue tous ces produits afin de savoir s'ils répondent aux critères cités précédemment.

### **IV.2.1 Solutions fluorées**

La fluoration a pour but de combler de manière artificielle et thérapeutique la périphérie des canalicules afin de réduire, voire supprimer toute sensibilité dentino-pulpaire.

Quelque soit le produit utilisé (monofluorophosphate, fluorure de sodium ou fluorure de potassium) il est possible de provoquer une reminéralisation de surface et une précipitation minérale plus en profondeur dans les canalicules. Son action concerne donc le contenu minéral de la dentine, et non pas son contenu protéique (45).

Cette précipitation est le résultat d'un jeu d'absorption/adsorption au niveau de la surface dentinaire et de l'intérieur des orifices tubulaires. Il en découle un comblement plus ou moins important de la lumière des canalicules, par des jeux de précipitations et de cristaux néoformés à l'entrée des canalicules.

L'action de *Tubucid Red Label*, solution de fluorure et d'un chélatant (EDTA), est discutée quant à son incidence sur la rétention des résines de collage et des ciments verre-ionomères.

## **IV.2.2 Solutions d'oxalates**

Leur principe est le même que les solutions fluorées, l'objectif étant de fermer l'orifice des *tubuli* par des cristaux d'oxalate de calcium.

Ce mode d'obturation périphérique ne semble pas diminuer la rétention des CVI et des ciments polycarboxylates, mais serait contre indiqué avec l'utilisation de ciment au phosphate de zinc.

## **IV.2.3 Hydroxyde de calcium en liner**

Ce matériau présente l'avantage de stimuler la formation de dentine réparatrice, mais il manque d'étanchéité. Il peut alors être utilisé en inter séance, lors d'une période de temporisation, mais ce n'est pas le matériau de choix pour l'isolation finale des *tubuli* sous la coiffe prothétique.

## **IV.2.4 Les vernis**

Les vernis (Copalite, Cavity varnish, ...) sont des gommés naturelles du type Copal, dissoutes dans un solvant organique (éther, acétone ou chloroforme). Ce solvant peut avoir une action nocive.

Les vernis n'induisent pas de réaction dentino-pulpaire de cicatrisation, et perdent rapidement leur étanchéité (45).

Ils ne sont donc pas des matériaux de choix pour l'isolation périphérique des *tubuli* en prothèse conjointe.

## **IV.2.5 Agents adhésifs des résines composites**

NAKAMURA et coll. en 2000(étude de grade A, menée sur des chiens).

Les agents adhésifs constituent une alternative de plus en plus efficace pour l'obturation périphérique des canalicules dentinaires.

Leur application permet de cumuler l'action d'un agent désensibilisant, dont l'utilisation peut être fastidieuse, et la préparation des surfaces dentinaires au collage pour le scellement.

Ils permettent le scellement des *tubuli* de manière hermétique grâce à la couche hybride et à la pénétration de résine dans les tubules.

La couche hybride correspond à la pénétration de résine dans une dentine préalablement mordancée.

Au niveau microscopique, cette dernière est une zone d'interpénétration des fibres de collagènes de la dentine avec la résine de collage. Elle assure un fort pouvoir de collage mais aussi l'obturation périphérique des *tubuli*.

Cette couche hybride est bien tolérée si elle reste à distance de la pulpe en respectant le complexe dentino-pulpaire.

Ces agents adhésifs sont sensibles à la présence d'eugénoles, donc éviter les ciments à base d'eugénoles par la suite.

Ces matériaux sont amenés à évoluer, avec une incorporation de propriétés antibactériennes au sein de l'adhésif même.

Aujourd'hui seul un faible pH des adhésifs peut être considéré comme une propriété antibactérienne.

### ***IV.3 Lors des empreintes***

Les agressions pulpaires lors de la prise d'empreinte peuvent être de 3 natures :

- L'élévation de température
- La pression exercée
- L'action chimique des matériaux

Les produits à empreintes doivent donc être le moins traumatisants possibles pour la ou les dents vivantes, tout en ayant une précision convenable pour le laboratoire.

Les caractéristiques requises pour un matériau à empreinte sont les suivantes :

- Présenter les plus faibles variations dimensionnelles possibles
- Permettre l'enregistrement des détails d'une préparation
- Permettre le retrait d'une empreinte sans déformation plastique
- Présenter une rigidité suffisante pour une reproduction sans fluage
- Être d'une viscosité modulable selon la technique d'empreinte utilisée
- Se manipuler aisément
- Tolérer une certaine humidité, l'assèchement total étant impossible
- Être compatible avec les matériaux de reproduction
- Posséder une tension superficielle suffisante pour favoriser son étalement dans les zones plus ou moins anfractueuses.

Nous allons comparer les matériaux à empreintes les plus classiques ainsi que leurs interactions avec la pulpe.

### **IV.3.1 Les élastomères**

Il existe trois familles d'élastomères différentes, les thiocols, les silicones et les polyesters. Ces trois familles semblent présenter une innocuité totale vis à vis du tissu pulpaire. Néanmoins le peroxyde de plomb contenu dans l'accélérateur présenterait une certaine toxicité. Mais son application lors de la prise d'empreinte étant de courte durée cela ne suffit pas à provoquer une modification pulpaire.

La pression exercée lors de la prise d'empreinte, ainsi que la dépression créée lors de la désinsertion du porte-empreinte peuvent être responsables de déplacements des noyaux odontoblastiques.

### **IV.3.2 Les hydrocolloïdes irréversibles**

Les matériaux tels que les hydrocolloïdes irréversibles ne présentent aucun danger pour la pulpe, pas de toxicité ni d'agent irritant (45). En revanche, l'utilisation d'eau tiède est préférable pour ne pas créer de choc thermique, mais cela réduit considérablement le temps de prise.

Ces matériaux ont longtemps eu une mauvaise réputation de part leur manque de précision, mais l'étude, de haut niveau de preuve (grade A), menée par PATEL et coll.en 2010 *in vitro*, nous démontre une meilleure reproduction des détails et moins de variabilité dans le changement de dimension lors de la prise d'empreinte.

### **IV.3.3 Les hydrocolloïdes réversibles**

Les hydrocolloïdes réversibles ne sont pas nocifs pour la pulpe du point de vue chimique.

En revanche, ce produit à empreinte est conditionné dans des seringues à 62°C. L'effet thermique peut rendre les hydrocolloïdes réversibles dangereux pour la pulpe en cas d'une préparation trop délabrante. Malgré cela, l'inertie thermique est faible par rapport à celle de la dent. La température baisse très vite, à condition que le refroidissement liquide soit rapide, si cela est respecté alors la pulpe restera indemne (19).

L'avantage de ce matériau est sa force de compression quasi nulle lors de l'insertion du porte-empreinte ne créant donc jamais une pression trop importante.

Les hydrocolloïdes réversibles sont des matériaux de choix pour les empreintes sur dents vivantes, compte tenu de leurs propriétés et de leurs reproductibilités. Mais rares sont les cabinets qui utilisent cette technique, du fait des difficultés d'utilisation de conservation et de désinfection.

## ***IV.4 Lors de la réalisation des provisoires***

La prothèse provisoire, pour le patient est souvent considérée comme une nécessité esthétique uniquement. Mais ce n'est pas la seule justification de sa réalisation, elle a un rôle fonctionnel et thérapeutique très important. Si bien que les prothèses provisoires sont systématiquement prévues dans les séquences de réalisation de prothèse fixée.

#### **IV.4.1 Rôles de la prothèse provisoire**

D'après GRAUX et DUPAS en 2000,

Le rôle esthétique d'une prothèse provisoire est primordiale pour tout le secteur antérieur (incisives, canines, prémolaire). Cette prothèse doit reproduire, une forme et une teinte convenable afin d'aboutir à une prothèse harmonieuse.

Si cela répond aux critères esthétiques du patient ainsi que ceux du praticien alors la prothèse provisoire servira par la suite de référence pour les séquences de laboratoire.

Cette dernière permet d'établir un certain climat de confiance pour le patient.

Les rôles fonctionnels de la prothèse provisoire permettent de :

- Protéger les tissus préparés aux agressions bactériennes, chimiques et thermiques.
- Favoriser l'hygiène, donc de protéger le parodonte en évitant son inflammation et les saignements, participer à sa cicatrisation.
- Reconstituer le point de contact, les embrassures.
- D'éviter l'égression de la dent support ainsi que son antagoniste.
- D'éviter les sensibilités dentino-pulpaire.
- D'éviter la migration des dents proximales. (la nature aime combler le vide).
- D'avoir une fonction masticatoire.
- D'avoir une fonction phonétique.
- Faciliter l'enregistrement de la limite cervicale.

Les rôles thérapeutiques résultent directement des rôles fonctionnels, donc la prothèse provisoire permet :

- la cicatrisation de la plaie dentino-pulpaire
- de guider la cicatrisation du parodonte

Ces rôles sont assurés par la prothèse provisoire si elle répond à un certain nombre de caractéristiques.



## **IV.4.2 Interactions pulpe/provisoire**

La réalisation de la provisoire peut s'accompagner, quelle que soit la technique utilisée, de dommages pulpaire plus ou moins importants.

### **IV.4.2.1 Interactions chimiques**

La polymérisation des résines entraîne la diffusion dans les *tubuli* de monomère volatil particulièrement agressif pour la pulpe, dans le cas des résines acryliques. GOLDBERG en 2008 a montré que les monomères sont cytotoxique *in vitro* pour la pulpe ainsi que pour les cellules gingivales, (étude de grade B).

La résine doit donc être le plus possible saturée par le polymère afin de limiter la diffusion de monomère.

### **IV.4.2.2 Interactions thermiques**

La phase de polymérisation de la résine au cours de sa réaction de prise conduit à une élévation de température qui peut être fatale pour la survie de la pulpe, surtout lorsque la quantité de résine est importante et que le matériau utilisé est de la résine acrylique.

### **IV.4.2.3 Interactions dues à la pression**

Le retrait de polymérisation de la résine sertit le moignon dentinaire de manière parfois importante. La pression ainsi engendrée peut alors créer des dommages irréversibles sur les éléments pulpaire.

Toutes ces agressions étant fonction essentiellement de la nature du matériau et de la technique de réalisation, il est nécessaire d'adapter le mode opératoire à la situation clinique.

## ***IV.5 Lors du scellement***

D'après ROBERT et JOHN en 2002 et STEFEN et coll en 2006 ,

Un scellement est une stabilisation, un calage d'élément prothétique sur la préparation. Ce calage est obtenu grâce au ciment qui va combler l'espace existant entre la restauration et la préparation (15).

### **IV.5.1 Le scellement provisoire**

Le scellement des prothèses provisoires est important pour le maintien de la vitalité pulpaire. Le ciment employé doit avoir une bonne tolérance biologique tout en assurant une étanchéité cervicale convenable et une bonne stabilité de la prothèse sans pour autant rendre trop difficile le descellement. Il doit permettre une éviction aisée des excès aux niveaux des limites de préparations, ainsi qu'une bonne compatibilité avec la résine et surtout le scellement d'usage (1).

Les ciments oxyde de zinc eugénol (type Temp Bond®), utilisés sous forme rapide sont largement recommandés et restent l'un des produits offrant le plus de sécurité, grâce à son action sédative, bien que l'eugénol serait responsable d'irritations des tissus parodontaux. Leurs qualités mécaniques sont néanmoins assez faibles.

Une étude de FIORI-JÚNIOR et coll. en 2010 , de haut niveau de preuve (grade A), nous montre que l'eugénol peut interagir négativement avec les scellements d'usage à base de résine. Une étude de MOSHARRAF et coll. en 2010, de grade B, montre que l'élimination des résidus d'oxyde de zinc-eugénol des ciments provisoires est plus efficace avec des ultrasons que des solvants.

Pour éviter les désagréments liés à l'eugénol il existe des ciments à base oxydes de zinc qui ne contiennent pas d'eugénol comme le Temp Bond NE®. Cependant, le fait qu'un produit ne contient pas d'eugénol ne signifie pas nécessairement qu'il est cytocompatible (59).

Les oxydes de zinc eugénol modifiés par l'adjonction d'acide orthoethoxybenzoïque offrent des avantages sur le plan biologique, car seules de faibles réactions pulpaires surviennent est elles sont toujours réversibles.

Du point de vue mécanique, ces propriétés sont largement supérieures à celles des ciments oxyde de zinc eugénol classiques.

Après le scellement de notre provisoire, nous devons veiller à bien éliminer tous les excès de ciment, tout autour de cette dernière, afin de dégager le sulcus de la dent.

## IV.5.2 Le scellement d'usage

L'utilisation dans les meilleures conditions d'un ciment de scellement indiqué sur dent vivante limitera à terme le vieillissement prématuré de la pulpe.

Un ciment est un mélange d'une poudre et d'un liquide. Ce mélange va donner une pâte plus ou moins visqueuse, qui durcit au fil du temps pour devenir solide et sert ainsi d'agent de liaison entre deux liants.

Nous n'aborderons dans cette partie que les principaux ciments.

### IV.5.2.1 Ciments au phosphate de zinc

Ce sont des ciments dits conventionnels. Nous retrouvons les ciments types : Crown & Bridge®, Harvard cement®, ... Ils sont connus depuis 1878.

- **Propriétés**

- **L'épaisseur du film :**

Est de 20 à 30  $\mu\text{m}$ . Il présente l'épaisseur de film la plus petite et donc la plus satisfaisante (73).

- **Rétention :**

La capacité de rétention de ce matériau est bonne car il possède une résistance à la compression et un module d'élasticité assez élevés.

- **L'herméticité du joint**, dépend de différents facteurs :

- **Caractéristiques de perméabilité :**

Le ciment phosphate de zinc possède une solubilité moyenne dans les fluides buccaux. L'étanchéité du joint est donc plus ou moins correcte. Selon une étude de grade A de ROSSETTI et coll. en 2008, le phosphate de zinc a une pénétration du joint dento-prothétique supérieur aux autres matériaux testés.

- **Propriétés thermiques :**

Sa diffusion thermique est de 0,28 mm/s, valeur plus importante que celle de la dentine. Il transmet donc de façon légère les variations de température. En revanche, lors de sa réaction de prise, l'élévation de température est de l'ordre de 26,6°C.

- **Autres facteurs :**

Le temps de prise est de 5 à 8 minutes. Le temps de travail peut être modulé lors du dosage du matériau, en utilisant une plaque à spatuler refroidie ainsi qu'une incorporation successive de poudre. L'élimination des excès est facile après la prise.

- **Adhésion :**

Le ciment phosphate de zinc ne forme aucune liaison avec la dentine. Il ne possède aucun pouvoir adhésif propre, sa liaison se fait par un simple ancrage mécanique (16).

- **Biocompatibilité :**

Les effets du ciment au phosphate de zinc déclenchent une réponse pulpaire après leur mise en place, qui s'atténue au bout de 6 mois (53).

Néanmoins, ce sont les produits de scellement les plus utilisés en pratique clinique. Ils ont plus de succès que d'échecs, grâce, entre autre à leur facilité d'utilisation.

La réaction de prise est très exothermique qui correspond à la neutralisation acide-base. Cette neutralisation initiale du liquide se fait par l'incorporation d'une première portion de

poudre, qui doit être suffisante pour évacuer le maximum de calories en début de spatulation, mais non excédentaire pour éviter une exothermie trop forte (46).

Lors de cette réaction de prise le pH initial est assez bas. Cette acidité est fonction de la fluidité du ciment, donc dépend aussi du dosage effectué.

Une fois réagi, ce ciment peut autoriser une infiltration marginale, du fait des très faibles propriétés bactéricides et d'une solubilité élevée, qui peut mener à des sensibilités dentino-pulpaire par infiltration bactérienne.

Compte tenu des propriétés énoncées ci-dessus les ciments phosphate de zinc ne sont pas conseillé sur les dents vivantes.

#### **IV.5.1.2 Les polycarboxylates de zinc**

Ces ciments de scellement ont été proposés par SMITH en 1968. Ils sont encore assez utilisés en cabinet dentaire.

Exemple : BONDEX®, DURELON®.

- **Propriétés**

- **L'épaisseur du film :**

Ce matériau produit une épaisseur de film moins satisfaisante que le ciment phosphate de zinc avec une valeur qui varié entre 25 et 48  $\mu\text{m}$  (73).

- **Rétention :**

Les polycarboxylates n'ont pas une très grande capacité de rétention. En effet leurs paramètres mécaniques sont moyens, et très inférieurs à ceux des ciments verres ionomères que nous allons voir par la suite.

- **Herméticité du joint :**

- **Caractéristiques de perméabilité :**

Ce biomatériau d'assemblage a une solubilité importante aussi bien dans les acides, qu'au contact des fluides buccaux. Ce qui le rend assez sensible aux phénomènes de percolation.

- **Propriétés thermiques :**

Sa capacité de diffusion thermique représente le double de celle de la dentine, et est d'environ 0,32 mm/s. Lors de la réaction de prise, on note une élévation de température de l'ordre de 7,6°C, c'est à dire très faible et non nocive pour la vitalité pulpaire.

- **Autres facteurs :**

Son temps de prise est court, le temps de travail est de 3 minutes ce qui peut poser problème pour les restaurations de grandes étendues. Par contre l'élimination des excès après la prise est assez facile.

- **Adhésion :**

Les ciments polycarboxylates possèdent une faible capacité d'adhérence en créant quelques liaisons avec la dentine et surtout avec l'émail. Celles-ci seraient dues à des interactions libres entre les fonctions carboxyliques de l'acide avec du calcium (16).

- **Biocompatibilité :**

Ce matériau possède une très bonne tolérance biologique, mais il ne libère pas de fluorures.

Cette biocompatibilité s'explique par la faible toxicité intrinsèque du matériau et par la remontée rapide du pH vers la neutralité.

Interviennent en plus la localisation de l'acide polycarboxylique au sein du gel, et la limitation de sa diffusion à travers le ciment, et à travers la dentine résiduelle. Ceci est rendu possible grâce à son poids moléculaire important, ainsi qu'à la fixation avec les

molécules et protéines du fluide intracanaliculaire.

Le bon équilibre osmotique évite aussi les mouvements du fluide intracanaliculaire et ne provoque ainsi pas de sensibilités de pompage hydrique (46).

D'un autre côté, leurs propriétés adhésives et le léger effet bactériostatique du zinc expliquent la résistance à la pénétration bactérienne et l'absence de phénomènes inflammatoires du complexe dentino-pulpaire. Ce matériaux est donc un ciment de choix pour les scellements temporaires au vu des ces qualités mécaniques faibles.

#### **IV.5.1.3 Les ciments verres ionomères conventionnels**

Les ciments verres ionomères sont classés en trois groupes. Le type I pour le scellement, le type II pour les obturations et le type III pour les fonds de cavité. Nous étudierons uniquement les ciments verres ionomères de type I.

Ces ciments dits conventionnels ont été inventés en 1969 par WILSON et KENT. Leur prise est due à une réaction de type acide-base entre de l'acide polycarboxylique et des particules de verre aluminosilicate. Le verre libère des ions qui forment avec les résidus d'acide une matrice continue enserrant les particules de verre.

Exemple : Fuji I®

- **Propriétés**

- **L'épaisseur du film :**

Les ciments verres ionomères conventionnels donnent une épaisseur de film de faible à moyenne, le plus souvent légèrement supérieure à celle du ciment phosphate de zinc. Leur valeur varie entre 16 et 36 $\mu$ m (73).

- **Rétention :**

Ces matériaux possèdent par contre une excellente rétention par leurs différents paramètres

avec des valeurs beaucoup plus élevées que celles du ciment phosphate de zinc.

- **Herméticité du joint :**

- **Caractéristiques de perméabilité :**

Celles-ci sont beaucoup plus intéressantes que celles du ciment phosphate de zinc. Sa solubilité dans les fluides buccaux est modérée. Ils sont en réalité très sensibles à l'humidité lors de leur prise, ce qui contre indique leur utilisation lors de limite intra sulculaire. Mais lorsque celle-ci est terminée, ils sont quasi insolubles (22).

- **Propriétés thermiques :**

Les ciments verres ionomères conventionnels possèdent des propriétés thermiques assez proches de celles de la dentine. Leur diffusion thermique est estimée entre 0,1 et 0,2 mm/s. Lors de la réaction de prise, l'élévation de température varie entre 0 et 4°C, ce qui est négligeable.

- **Autres facteurs :**

Le temps de prise est assez court, ce qui permet d'avoir un temps de travail de 4 minutes. Il n'y a pas de phénomène de rétraction du matériau lors de la réaction de prise. Par contre l'élimination des excès après la prise est plus ou moins aisée.

- **Adhésion :**

A l'inverse du ciment phosphate de zinc, qui ne possède pratiquement pas de capacité d'adhésion intrinsèque, les ciments verres ionomères conventionnels établissent quelques liaisons avec la dentine.

- **Biocompatibilité :**

La réponse pulpaire à ce genre de biomatériaux est généralement favorable. Les CVI sont bien tolérés par les tissus parodontaux et dénués d'effets secondaires oraux et systémiques.

Des sensibilités post opératoires ont été rapportées, mais l'on n'a pas pu incriminer clairement la



responsabilité des constituants du ciment dans cette réponse. Il y a certainement aussi des facteurs comme par exemple le pH acide initial, les phénomènes de déshydratation dentinaire et la micro-infiltration bactérienne, qui jouent un rôle important dans la création de ces sensibilités (46).

La dégradation continue du ciment et l'augmentation progressive de la concentration des constituants dissous dans le milieu de culture, expliquent l'effet cytotoxique durable observé *in vitro* avec les CVI conventionnels. Cependant, ces tests *in vitro* ne tiennent pas compte de la capacité des cellules à se défendre dans leur milieu naturel, ni du caractère isolant et protecteur de la dentine *in vivo*.

En revanche, les essais *in vivo* sont dans l'ensemble favorables, en l'absence d'activité bactérienne. De nombreuses études conduites rapportent des réactions de l'organe pulpo-dentinaire qui, lorsqu'elles sont présentes, sont qualifiées de légères à modérées (35).

Ce type de réaction favorable s'explique par la faible élévation de température du matériau pendant la prise, par le durcissement rapide du ciment qui fixe et limite la diffusion de ces composants potentiellement toxiques. L'effet tampon de la dentine neutralise et empêche la diffusion en profondeur des polyacides à haut poids moléculaire.

Le praticien doit toutefois garder à l'esprit qu'un CVI trop fluide sera plus irritant pour la pulpe. Ainsi les mélanges en capsules sont préférables au mélange manuel, permettant de réduire les suites post opératoires et les effets délétères sur la pulpe.

Du fait de sa non tolérance au milieu aqueux, lors de sa prise, réduit son utilisation aux couronnes dont les limites sont situées en supragingivale. La prothèse céramo-métallique ayant un rôle esthétique, les limites juxta et infragingivales sont recommandées.

#### **IV.5.1.4 Les ciments verres ionomères modifiés par adjonction de résine (CVIMAR).**

Ce ciment est un mélange de résine composite aux ciments verres ionomères classique. Il allie donc les propriétés mécanique du composite avec les avantages des ciments verres ionomères. Ils sont supposés combiner la résistance et l'insolubilité de la résine à la libération des fluors des

ciments verres ionomères. Exemple : Fuji Plus® proposé par GC, ou Relyx Luting Cement® proposé par 3M.

- **Propriétés**

- **L'épaisseur du film :**

Les CVIMAR donnent une épaisseur de joint importante, de l'ordre de 25 à 114  $\mu\text{m}$ . Elle varie en fonction de leur composition, leur réaction de prise initiale, leurs viscosités et leurs propriétés physico chimiques (57).

- **Rétention :**

Ces matériaux possèdent des propriétés mécaniques très élevées avec des résistances à la compression, à la traction ou à la flexion qui sont pratiquement le doubles de celles d'un ciment phosphate de zinc.

- **Herméticité du joint :**

- **Caractéristiques de perméabilité :**

Comme tout les ciments verre ionomères classiques, ce biomatériau d'assemblage possède une solubilité dans les acides et les fluides buccaux très faible. Elle varie entre 0 et 0,07% ce qui est négligeable. Par contre ils sont beaucoup moins sensibles à l'humidité lors de leur prise grâce à la réaction radicalaire et aux molécules d'HEMA qui possèdent des groupements hydrophiles (16).

- **Propriétés thermiques :**

Les CVIMAR n'ont pas de très bonnes propriétés thermiques. En effet, leur coefficient d'expansion thermique est trois fois plus élevé que celui de la dentine. De plus lors de la prise on note une élévation de température entre 15 et 25°C, beaucoup plus élevée que celle des ciments verres ionomères conventionnels. Cette élévation peut être néfaste pour la vitalité pulpaire.

**- Autres facteurs :**

Ce matériau a un temps de prise assez court de 2 à 3 minutes, mais surtout on note lors de la réaction de prise une rétraction de 3,5% qui peut créer un défaut d'adaptation et des hiatus au niveau du joint dento-prothétique. L'élimination des excès est plus ou moins aisée.

**- Adhésion :**

Les CVIMAR possèdent un caractère adhésif intrinsèque, leur cohésion est donc plus forte que celle des ciments verres ionomères conventionnels, car la résine contenue dans la matrice forme un réseau tridimensionnel après chémo-polymérisation. Cette polymérisation se superpose à la réaction acide base classique.

**- Biocompatibilité :**

Selon l'étude MICKENAUTSCH et YENGOPAL en 2010, dont le niveau de preuve est élevé (grade A), les CVIMAR diminuent la déminéralisation des tissus durs de la dent. Cela est important car ce matériau protège contre une éventuelle reprise carieuse sous la prothèse.

L'adjonction de résine et d'HEMA, associée à un pH initial bas, et à une possible action enzymatique inhibitrice du fluor libéré, a pu faire craindre que les matériaux type CVIMAR présenteraient une moins bonne biocompatibilité dentino-pulpaire que les CVI conventionnels.

Les CVIMAR sont un matériau de choix sur les dents vivantes.

## **V Indications / contre indications de la prothèse céramo métallique sur dent vivante**

Nous allons aborder dans cette partie des indications des prothèses céramo-métalliques, c'est à dire dans quel cas pouvons nous réaliser ce type de prothèse. Sachant que la plupart de ces indications sont identiques à la prothèse fixée en générale mais avec quelques spécificités liées aux dents vivantes.

De même, nous ne pouvons pas généraliser car dans un plan de traitement apparaissent des facteurs divers et variés adaptés à chaque patient, la formation et l'expérience du praticien est un autre facteur rentrant en ligne de compte.

Dans un second temps nous verrons l'intérêt de garder une dent vivante et quels en sont les avantages et les risques.

### ***V.1 Indications***

Les indications des prothèses céramo-métalliques sont essentiellement d'ordre loco-régional. Les contre-indications font partie intégrante du contexte loco-régional ainsi que du contexte général.

Les prothèses céramo-métalliques sont indiquées quand la restauration durable de la fonction et de l'esthétique nécessite une préparation périphérique complète (50).

Une réflexion préprothétique est fondamentale et déterminante pour poser l'indication d'une prothèse céramo-métallique, correspondant à la situation clinique, que ce soit pour une prothèse unitaire ou plurale. Elle consiste en un examen clinique dentaire, parodontal, occlusal, esthétique et radiographique minutieux. De même il ne faut pas négliger des paramètres tels que l'âge du patient ainsi que l'histoire et le vécu de la dent en question (36).

De manière générale, il nous faut le consentement du patient, qu'il soit motivé, autant sur le plan moral que financier.

### **V.1.1 Prothèse unitaire**

- Les anomalies dentaires  
Anomalies de siège, de direction, de volume et de forme (bien sûr, cela est fonction du cas clinique. Par exemple une légère égression de la dent peut être corrigée car l'éviction de tissu ne serait pas trop délabrante pour conserver cette dent vivante.)
- Les maladies héréditaires  
Exemple : amélogénèse imparfaite
- Les maladies acquises  
La carie dentaire étant le principal facteur. Ces maladies acquises comportent également les hypoplasies, les dysplasies, les dystrophies, les fluoroses et les abrasions.
- Les fractures (idem en fonction du cas clinique).
- Les reconstitutions qui après plusieurs tentatives ne « tiennent » pas.

### **V.1.2 Prothèse plurale**

La prothèse céramo-métallique plurale traite essentiellement les édentements causés par :

- Des anomalies dentaires congénitales telles que des anomalies de nombre ou d'éruption.
- La suite de complications de maladies acquises ou traumatiques ayant abouti à des avulsions.
- Mais ces prothèses plurales peuvent aussi être réalisées pour établir une contention ou palier à un patient bruxoman (68).

Ce ne sont pas les seules indications ; en effet, lorsque la solution implantaire n'est pas envisageable, pour diverses raisons, manque de hauteur d'os, espace insuffisant, motivation du patient, ... le bridge céramo-métallique peut être une solution parmi d'autres.



FIGURE 11 – Exemple de préparations antérieures d'un bridge complet maxillaire « mixte » avec des dents pulpées et déulpées. Le volume pulpaire de 11, 22, 23 autorise des préparations parallèles sur dents pulpées avec conservation maximale des hauteurs des préparations. D'après VIENNOT en 2005.

## ***V.2 Contre indications***

### **V.2.1 Générales**

Ces contre-indications peuvent être absolues ou relatives, classiquement tous les états pathologiques évolutifs et avancés ainsi que les traitements associés.

### **V.2.2 Loco-régionales**

Idem ces contres indications peuvent être relatives :

- Le manque d'hygiène.
- Certaines pathologies de l'articulation tempo-mandibulaire.
- Les limitations d'ouverture.
- Les parodontopathies avancées.
- Épaisseur de dentine résiduelle insuffisante indiquant une dévitalisation.

- Dent présentant des signes d'atteinte pulpaire.
- La céramo-céramique est indiquée pour un meilleur rendu esthétique.
- Les malpositions importantes.
- Dans le cas de bridge, un parallélisme ne permettant d'effectuer la prothèse que sur dents dépulpées.
- Patient pas prêt psychologiquement.
- Problème pécunier.

### ***V.3 Avantages de conserver une dent pulpée***

Aujourd'hui, la dépulpation préprothétique « de confort » sans justification pathologique apparaît non seulement comme une réelle atteinte à l'intégrité de la dent, mais encore comme une faute professionnelle (68).

Il est actuellement approuvé que la réalisation d'un bridge sur piliers dentaires doit s'orienter vers la conservation de la vitalité, car toute dent dépulpée présente une faiblesse biomécanique, due non seulement à la perte de substance, suite à l'ouverture de chambre pour la mise en forme canalaire, mais aussi aux modifications des caractéristiques mécaniques et biologiques de la dent dépulpée.

#### **V.3.1 Avantages mécaniques**

Une dent dépulpée aura une résistance mécanique inférieure. En effet, une cavité d'accès pour le traitement endodontique crée une zone de moindre résistance au sein même de la dent. De ce fait, une dent vivante conservera une grande résistance aux agressions occlusales, voire traumatisme, tandis qu'une dent dépulpée sera fragilisée et donc plus sensible à ces agressions.

### **V.3.2 Avantages biologiques**

Biologiquement parlant, la préservation de la vitalité pulpaire est indubitable. La pulpe reste la plus sûre barrière face à l'invasion microbienne, grâce à son potentiel de défense face aux agressions d'ordre biologique.

Elle conserve les propriétés de contrôle de l'évolution carieuse. Cela permet d'alerter le patient par l'apparition de douleur. Est-ce que cela peut être considéré comme un avantage ? En partie, cela nous permet en tant que praticien de réintervenir avant que la situation ne se dégrade trop. Une dent dépulpée pourra encore se carier parfois de manière « catastrophique », en effet, lorsque cette dent est un pilier essentiel dans un bridge.

### **V.4 Inconvénients de conserver une dent vivante**

Garder une dent vivante peut présenter des inconvénients pouvant aller jusqu'à l'échec de la thérapeutique. Ainsi en cours de soins, la dépulpage d'une dent peut devenir inévitable en cas de trop grande proximité de la préparation ou de douleur importante. De même, il existe de possibles complications de la dent après la pose d'éléments prothétique. Celle-ci peut présenter de petites sensibilités thermiques allant jusqu'à une pulpite, ou des complications plus fréquentes de nécrose de la dent.

## **VI Les différents types de préparations de CCM**

Les préparations répondent aux critères de préparation classique d'une prothèse conjointe auxquelles s'ajoutent les critères spécifiques des dents vivantes citées précédemment.

Les préparations dépendent :

- Du type de prothèse envisagée, ses propriétés mécaniques, les moyens de rétention utilisés.
- Du type de parodonte, de sa qualité, de sa quantité et de sa capacité à soutenir la ou les dents piliers.
- De l'occlusion du patient, et particulièrement de la dent à préparer.



Les préparations diffèrent selon la situation de la dent concernée, de sa position, de sa forme et de la place nécessaire à la future prothèse.

Il faut trouver un compromis entre une réduction suffisante et l'économie tissulaire ; la réduction doit permettre d'éviter les problèmes occlusaux, les problèmes parodontaux et créer suffisamment de place pour assurer la résistance mécanique des matériaux utilisés (61).

## ***VI.1 Synthèse bibliographique sur l'épaisseur des préparations***

Les auteurs ne sont pas tous d'accord sur l'épaisseur des préparations, néanmoins les écarts trouvés sont globalement dans la même fourchette.

### **VI.1.1 Dents antérieures**

#### **VI.1.1.2 Face vestibulaire**

Dans les préparations en prothèse fixée : principes et applications cliniques de JACOBI et coll. en 1988, une moyenne de six références bibliographiques est faite et nous obtenons **1,2 à 1,4mm** de réduction de la face vestibulaire. Sachant que deux références prônaient une préparation de **1 mm**, une troisième pour **1,2 mm**, une quatrième pour **1,25 mm** et trois autres références pour **1,5mm**.

D'après SHILLINGBURG et coll. en 1997, la préparation vestibulaire devrait avoir une épaisseur de **1.2 à 1.4 mm**.

D'après STEPHEN et coll. en 2006, la préparation vestibulaire nécessite une épaisseur égale ou supérieure à 1,2 mm pour la place de la céramique et une épaisseur égale ou supérieur à 0,3 mm pour le métal. Donc un total égal ou supérieur à **1,5 mm**.

D'après PIERRE et DERRIEN en 2002, la préparation vestibulaire nécessite une épaisseur de **1,5 mm**.

D'après SMITH BERNARD et HOWE en 2007, la préparation vestibulaire devrait avoir idéalement une épaisseur de **2 mm**. Mais, dans de nombreuses situations, par exemple sur les

incisives mandibulaires, cela est impossible à cause de la morphologie de la dent.

### **VI.1.1.3 Bord incisif**

La face occlusale nécessite une réduction de **1 à 1,5 mm** d'après PIERRE et DERRIEN en 2002, pour STEPHEN et coll. en 2006 égale ou supérieur à **1,5 mm**, pour SHILLINGBURG et coll. en 1997 **1,5 à 2 mm**, et pour JACOBI et coll. en 1988 **2 mm** sont nécessaire.

Si l'on se réfère à la figure 6 en additionnant l'épaisseur d'émail et de dentine d'une centrale nous obtenons 4,3 mm de tissu disponible avant d'atteindre la pulpe. Hors si nous prenons la valeur la plus élevée, 2 mm, pour la préparation du bord incisif, cela nous laisse une épaisseur de 2,3 mm de dentine résiduelle. Ce résultat est très acceptable, cependant ce sont des valeurs moyennes.

### **VI.1.1.4 Faces proximales**

**0,6 à 0,8 mm** sont utile pour réduire les faces proximales d'après SHILLINGBURG et coll. en 1997, de **1 à 1,5 mm** d'après PIERRE et DERRIEN en 2002.

### **VI.1.1.5 Face palatine**

La face palatine doit avoir une diminution de **1 mm** d'après SHILLINGBURG et coll. en 1997, de **1 à 1,5 mm** d'après PIERRE et DERRIEN en 2002, **1,5 mm au minimum** pour STEPHEN et coll. en 2006.

## **VI.1.2 Dents postérieures**

### **VI.1.2.2 Faces vestibulaires, proximales, et palatines**

Pour les dents cuspidées les auteurs ont pour la plupart les mêmes épaisseurs de préparations.

Références bibliographiques	(65)	(61)	(30)	(50)	(66)	(64)
Épaisseur de préparation nécessaire	≥ 1,5 mm en vestibulaire et proximal	0,8 à 1 mm	1,2 à 1,4 mm	1 à 1,5 mm	1 à 1,5 mm	2 mm
	≥ 0,6 mm en palatin					

FIGURE 12 – Tableau indiquant l'épaisseur de préparation nécessaire sur dents postérieures, au niveau des faces vestibulaires proximales et palatines, en fonction des références bibliographiques.

### VI.1.2.3 Face occlusale

Références bibliographiques	(65)	(64)	(3)	(30)	(50)	(61)	(66)
Épaisseur de préparation nécessaire	≥ 1,3 à 1,7 mm Sur la pointe cuspidienne	1 à 1,5 mm	1,5 mm	1,5 à 2 mm	2 mm	2 mm	2 à 2,5 mm
	≥ 0,8 à 1,2 mm Au niveau du sillon						

FIGURE 13 - Tableau indiquant l'épaisseur de préparation nécessaire sur dents postérieures, au niveau de la face occlusale, en fonction des références bibliographiques.

Prenons un exemple, toujours en se référant à la figure 6 en additionnant l'épaisseur d'émail et de dentine au niveau de la cuspide disto-vestibulaire d'une molaire maxillaire, face occlusal bien sur, nous obtenons 5,1 mm de tissu disponible avant d'atteindre la pulpe. Hors si nous prenons la valeur la plus élevée, 2,5 mm, pour la préparation de cette partie de la face occlusale, cela nous laisse une épaisseur de 2,5 mm de dentine résiduelle. Ceci est à nouveau très acceptable.

Tous ces chiffres listés n'ont de valeur que dans le contexte ; en effet, souvent les auteurs modèrent leurs propos en disant que ce n'est pas applicable dans tous les cas comme pour les incisives mandibulaires... Certains ne mettant que de la céramique sur la face vestibulaire, d'autres recouvrent l'intégralité de la préparation avec de la céramique en ne gardant que le joint palatin en métal, ceci explique quelques divergences du point de vue des préparations. De même certains auteurs expliquent une préparation pour une couronne céramo-métallique mais pas forcément sur dent vivante.

Ce qu'il faut en retenir c'est uniquement le sens clinique du praticien qui fera la différence. Cependant ce qui ressort de ces références, c'est que pour avoir un rendu esthétique acceptable l'idéal est d'avoir une préparation d'une épaisseur de 2mm en occlusal.

## ***VI.2 Préparation sur dents antérieures***

Comme pour toutes préparations de prothèse céramo-métal il faut ménager un espace suffisant à la céramique pour avoir un meilleur rendu esthétique, comme nous l'avons vu précédemment. Cela est encore plus vrai dans le secteur antérieur.

Le prothésiste a besoin au minimum de 1,2mm dont 1mm pour la céramique et 0,2mm pour un alliage nickel chrome ou cobalt chrome (72). Si cette réduction est insuffisante, le prothésiste réalise une prothèse en sur-contour pour palier à ce manque d'espace, mais cela créera une inflammation gingivale inéluctable.

### **VI.2.1 Les différentes étapes de préparation**

Un guide de réduction en silicone est réalisé avant la préparation. Cela consiste à faire un moulage de la ou des dents à préparer avec des dents adjacentes (pour pouvoir repositionner le moulage),

grâce un silicone par condensation haute viscosité.

Ce guide est séparé en deux moitié une vestibulaire et une linguale. Un autre guide de réduction peut être réalisé en coupant le guide dans le sens vestibulo-palatin au milieu de la dent à préparer.

Ces guides ont pour rôle de vérifier l'avancement des préparations.

La face vestibulaire doit être réduite de manière à avoir deux axes différents. Un axe parallèle à l'axe d'insertion de la prothèse (Figure 14 A axe 1) et un deuxième suivant un axe parallèle aux 2/3 incisifs de la dent (52; 55).(Figure 14 A axe 2).

Si seul l'axe d'insertion est retenu pour la préparation, alors l'épaisseur de la céramique sera insuffisante au niveau du 1/3 incisif (Figure 14 B). Si au contraire la préparation se base uniquement sur l'axe des 2/3 incisifs, alors la réduction tissulaire est trop importante et risque de créer une pulpite à court terme ou une nécrose de la pulpe à long terme. (Figure 14 C)

Pour obtenir ces 2 axes, il est recommandé de faire des sillons d'orientation à l'aide de fraises diamantées à bout plat avec un diamètre précis. Ces sillons serviront de repère pour les axes ainsi que pour l'épaisseur de tissu dentaire à éliminer, ce sont des encoches qui ont pour profondeur le diamètre de la fraise, cela permet d'effectuer une pénétration contrôlée (52) (Figure 15).

En effet, comme nous connaissons avec précision la profondeur de ces sillons, il nous suffira de relier ces derniers pour obtenir une préparation homothétique avec l'épaisseur souhaitée.

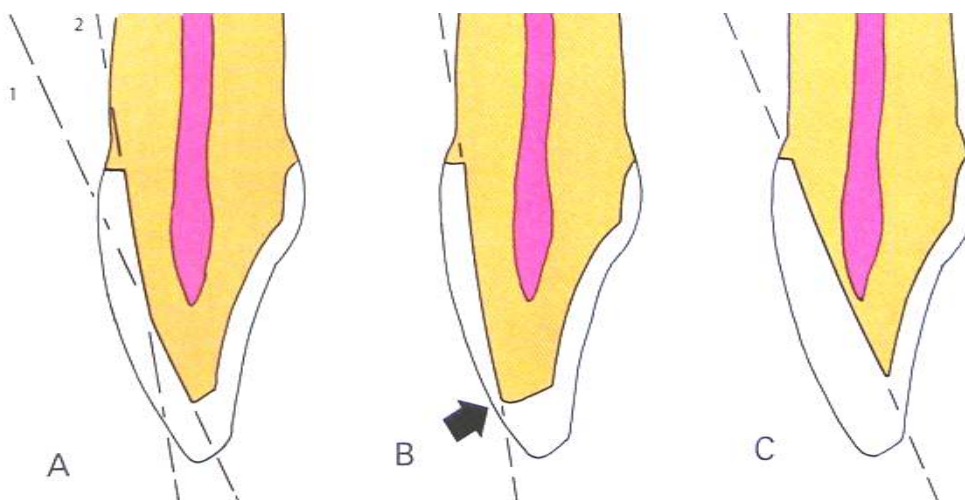


FIGURE 14 – D'après JACOBI et coll. en 1988, la double angulation pour la préparation d'une incisive centrale (A). 1 axe parallèle à l'axe d'insertion de la prothèse, 2 axe parallèle aux 2/3 incisifs de la dent. En B et C une seule angulation a été suivie, dans le premier cas nous aurons un manque de place pour la céramique, dans le deuxième cas la préparation est traumatisante pour la pulpe.

Globalement, nous pouvons décomposer les préparations sur dents antérieures en cinq étapes :

- Les repères, les guidages effectués avec les sillons d'orientation comme indiqués précédemment.
- Le bord incisif est réduit en premier, de la même manière, c'est à dire toujours grâce aux sillons d'orientation.
- Ensuite, dans un premier temps, la face vestibulaire est réduite selon l'axe 1 (Figure 14 A), puis dans un deuxième temps, selon l'axe 2 (Figure 14 A), naturellement de manière homothétique. Comme la réduction de la face vestibulaire est un peu plus importante nous avons deux ailettes de part et d'autre de cette face, elles ont un rôle de stabilisation.
- Après, nous préparons la face palatine, idem il y a deux temps. Premièrement, réduction de la concavité palatine toujours homothétiquement. Deuxièmement, réduction du cingulum.
- Puis nous relient les préparations vestibulaire et palatine en réduisant les faces proximales à l'aide de fraises fines pour ne pas endommager les dents adjacentes.

Certains praticiens inversent les deux dernières étapes, c'est à dire qu'ils préparent d'abord les faces proximales et ensuite la face palatine.

Ensuite il ne reste que les finitions de la préparation, c'est à dire le polissage, arrondir les angles vifs, les encoches, finitions des limites. (Figure 16).

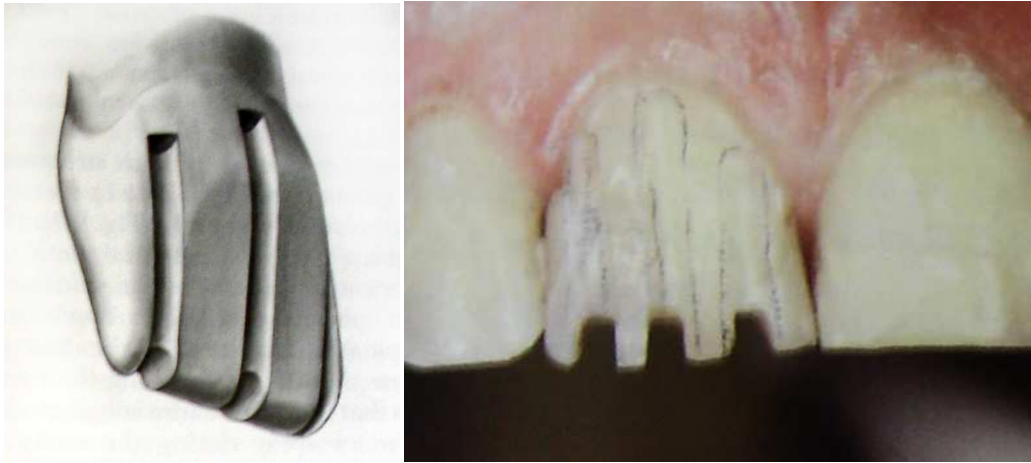


FIGURE 15 – D’après STEPHEN et coll. en 2006, illustration et photo représentant les sillons d’orientation qui permettent la pénétration contrôlée.

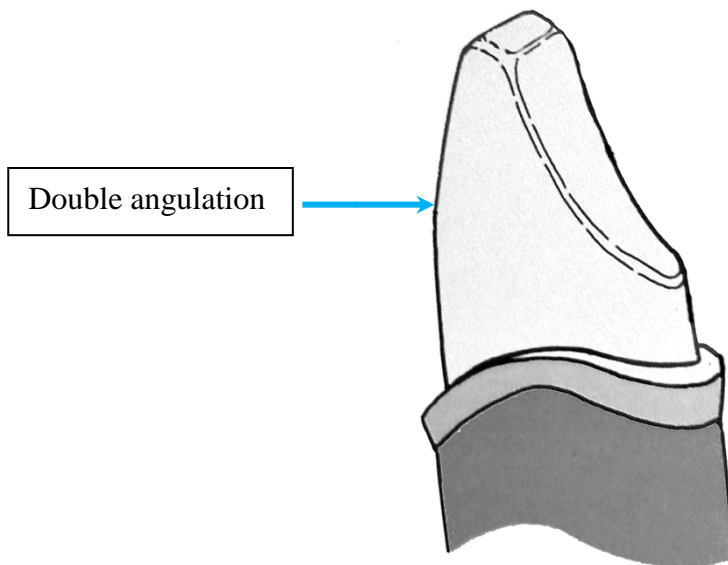


FIGURE 16 – D’après JACOBI et coll. en 1988, éléments morphologiques d’une préparation pour couronne céramo-métallique sur dent antérieure et leurs rôles.

## ***VI.3 Préparation sur dent postérieures***

Les préparations sur dents postérieures sont globalement similaires, néanmoins il y a quelques petites différences. Paradoxalement, l'esthétique sur ces dents est moins importante et les tissus minéralisés sont en plus grande quantité.

### **VI.3.1 Les différentes étapes de préparation**

Un guide de réduction en silicone, peut être réalisé avant la préparation.

- La première étape est de réduire la face occlusale, bien sûr la technique dite de la pénétration contrôlée est appliquée. Cette préparation consiste en la réduction occlusale de façon homothétique de sorte à conserver la forme et l'orientation des pans cuspidiens.
- Deuxième étape, réalisation de chanfrein sur les cuspides d'appui. Nous utiliserons toujours les sillons d'orientation.
- Troisième étape, réduction de la face vestibulaire.
- Quatrième étape, réduction de la face linguale.
- Cinquième étape, réduction des faces proximales.



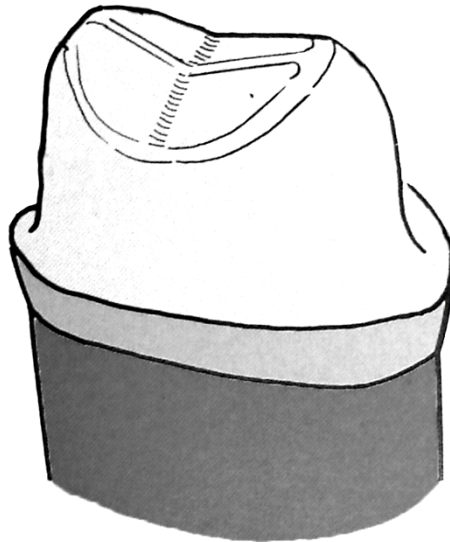


FIGURE 17 – D’après JACOBI et coll. en 1988, éléments morphologiques d’une préparation pour couronne céramo-métallique sur dent postérieure et leurs rôles.

## **VII Pérennité**

La pérennité d'une prothèse céramo-métallique ne peut être abordée sans parler de l'échec de cette dernière. Il nous faut déterminer les causes de ces échecs dans un premier temps puis leurs fréquences.

### ***VII.1 Les échecs de la prothèse céramo-métallique sur dent vivante.***

Il y a différentes catégories d'échecs, les échecs relatifs et les échecs absolus nous amenant à refaire la prothèse dans son intégralité.

Dans les échecs relatifs nous retrouvons la perte de tout ou partie de la céramique. Pour rétablir cela, rien ne remplace la dépose de la prothèse suivie d'une étape au laboratoire. Néanmoins, certaines pertes de céramique peuvent être remplacées par du composite, cela évitant la dépose de cette dernière.

Nous avons aussi, dans les échecs relatifs, les échecs d'ordre pulpaire. En effet, ce sont des échecs relatifs car cela ne nous impose pas de refaire la prothèse. Le traitement endodontique peut s'effectuer en perçant la couronne. La dépose de la couronne peut aussi être une solution pour traiter endodontiquement cette dernière. Mais nous pouvons très bien resceller la prothèse après traitement.

Les échecs pulpaires ont trois étiologies : la reprise carieuse, les sensibilités, et la nécrose. La nécrose étant l'échec principal.

Dans les échecs absolus, nous avons essentiellement des échecs sur des bridges, toutes les étiologies correspondant aux dents dépulpées, les fractures, les infections, les reprises carieuses trop importantes.

### ***VII.2 Les pourcentages d'échecs***

Il existe de nombreuses études menées sur le sujet avec des résultats divers et variés, les articles choisis de LOCKARD en 2002 et de CHEUNG et coll. en 2005 sont des articles essayant de faire le point sur cette littérature. De plus ces articles présentent un haut niveau de preuve de grade A,

LOCKARD pour son étude et CHEUNG et coll. pour la méta-analyse.

D'après LOCKARD la littérature a montré un taux de 3 à 25% de nécrose pulpaire suite à la pose de couronne complète sur dent vivante (37).

Cependant dans son étude LOCKARD, a des taux de nécrose très acceptables. Sur 638 dents préparées entre 1970 et 1979 il obtient un taux de nécrose de 2,19%. Sur 1209 dents préparées entre 1980 et 1989 le taux de nécrose est de 0,66%. Alors que dans cette étude les dents sont préparées uniquement avec un refroidissement à l'air et non avec un spray air eau.

LOCKARD explique la différence de résultat entre la littérature et son étude par un effet cumulatif de traumatisme pulpaire aux différentes étapes de la réalisation des couronnes.

De même dans son étude, le taux d'échec sur les couronnes unitaire est de 86% et donc de 14% sur les bridges. Mais les proportions de préparation sur couronnes unitaires ne sont pas indiquées.

Selon CHEUNG et coll. en 2005, l'échec des couronnes céramo-métalliques sur dent pulpée est significativement moins important sur dent unitaire que sur les dents support de bridge. De plus les bridges antérieurs ont un taux de nécrose pulpaire beaucoup plus élevé que n'importe quel autre type de bridge (13). De même son étude montre des taux de vitalité pulpaire de 81,2% sur dent unitaire et 66,2% sur un bridge après 15 ans, ce qui reste relativement acceptable. Car même si nous sommes amenés à dépulper la dent, la prothèse n'est pas forcément à refaire.

## VIII Conclusion

Seule la rigueur clinique nous permettra d'effectuer toute les étapes nécessaires à la réalisation de prothèse céramo-métallique en traumatisant le moins possible la pulpe.

Tout commence par une indication précise, suite à l'anamnèse et à l'examen clinique et radiographique.

Ensuite, le reste du traitement en dépendra, que ce soit le choix des matériaux à empreinte, le scellement, la protection dentino pulpaire,...

Le taux d'échecs ne dépendant essentiellement que de la précision du praticien ainsi que du respect des différents protocoles.

« L'évolution des revendications émises par nos patients, mais aussi les avancées significatives des biomatériaux et des concepts thérapeutiques doivent conduire à une réévaluation de ces risques afin que chaque acteur puisse en toute connaissance tirer la plus grande satisfaction immédiate et pérenne de l'acte réalisé. » (12). En d'autres termes le patient est informé des risques d'échecs éventuels, sachant que ce taux d'échec est acceptable.

La demande esthétique dans notre société actuelle est de plus en plus omniprésente. Pour s'en rendre compte, il suffit de voir la croissance exponentielle de la chirurgie esthétique.

Pour répondre à cette demande, le sujet abordé est la prothèse céramo-métallique. A-t-elle encore sa place dans le monde actuel?

Nous ne pouvons pas dire que ces prothèses soient désuètes, actuellement leur utilisation est largement répandue en cabinet. L'évolution nous amène indéniablement vers le tout céramique, mais pour autant, certains facteurs font que la prothèse céramo-métallique reste plus avantageuse dans quelques domaines. Notamment, du point de vue financier, mais techniquement parlant, les préparations des prothèses céramo-métallique sont moins gourmandes en tissus minéralisés et permettent une marge d'erreur supérieure aux préparations céramiques. De même les céramo-métalliques ont une grande résistance en secteur postérieur comparées aux céramo-céramiques.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **ABRAMS S.**

Selecting the right temporary cement.  
Dent Today 2009;**28**(8):110-111.

2. **AMERICAN DENTAL ASSOCIATION.**

Dentist's desk reference. materials, instruments and equipment.  
Chicago : Amer Dental Assn, 1983.

3. **ARMAND S.**

Méthodologie des préparations coronopériphériques pour prothèses fixées à visées esthétiques.  
Cah Proth 1999;**108**(12):63-74.

4. **AVERY JK et CHIEGO DJ.**

Essentials of oral histology and embryology.3ème éd.  
St Louis : Mosby, 2006.

5. **BARKMEIER W.**

Enamel cavosurface bevels finished with ultraspeed instruments.  
J Prothet Dent 1983;**49**(4):481-484.

6. **BENCE R.**

Guide d'endodontie clinique.  
Paris : Julien PRELAT, 1978.

7. **BHASKAR SN.**

Orban's oral histology and embryology.11ème éd.  
St Louis : Mosby, 1991.

8. **BRANNSTRÖM M.**

Dentinal and pulpal response. application of an airstream to exposed dentine.short period observation.  
Acta Odont Scand 1960;**18**(1):1-15.

**9. BRANNSTRÖM M et ASTROM A.**

The hydrodynamics of the dentin: its possible relationship to dentinal pain.

Int Dent J 1972;**22**(2):219-246.

**10. BREILLAT J, LAURICHESSE JM et MAESTRONI F.**

Endodontie clinique.

Paris : CdP, 1986.

**11. BURDAIRON G.**

Abrégé de biomatériaux dentaires.

Paris : Masson, 1989.

**12. CHAZEL J-C, ESBER S, KOUASSI M et PELISSIER B.**

Pulpopathies iatrogènes. Etiologies, prévention et traitements.

Encycl Med Chir (Paris), Odontologie, 23-008-A-20, 2006, **12** .

**13. CHEUNG G, LAI S et NG R.**

Fate of vital pulps beneath a metal-ceramic crown or a bridge retainer.

Int Endod J 2005;**38**(8):521-530.

**14. DAHL E et MJOR IA.**

The fine structure of the vessels in the human dental pulp.

Acta Odontol. Scand. 1973;**31**(3):223-230.

**15. DEGRANGE M et TIRLET G.**

Scellement et collage.

Cah Prothèse 1995;**92**(2):27-45.

**16. DIAZ-ARNOLD A, VARGAS M et HASELTON D.**

Current status of luting agents for fixed prosthodontics.

J Prosthet Dent 1999;**81**(2):135-141.

**17. ERCOLI C, ROTELLA M, RUSSELL S et coll.**

In vitro comparison of the cutting efficiency and temperature production of ten different rotary cutting instruments. part II: electric handpiece and comparison with turbine.

J Prosthet Dent 2009;**101**(5):319-331.

**18. ETTLIN DA, ZHANG H, LUTZ K et coll.**

Cortical activation resulting from painless vibrotactile dental stimulation measured by functional magnetic resonance imaging (fmri).

J. Dent. Res. 2004;**83**(10):757-761.

**19. EXBRAYAT J, SCHITTLY J et BOREL JC.**

Manuel de prothèse fixée unitaire.

Paris : Masson, 1992.

**20. FIORI-JÚNIOR M, MATSUMOTO W, SILVA R et coll.**

Effect of temporary cements on the shear bond strength of luting cements.

J Appl Oral Sci 2010;**18**(1):30-36.

**21. FORSELL-AHLBERG K, BRÄNNSTRÖM M et EDWALL L.**

The diameter and number of dentinal tubules in rat, cat, dog and monkey. A comparative scanning electron microscopic study.

Acta Odontol Scand 1975;**33**(5):243-250.

**22. GEMALMAZ D, YORUX B, OZCAN M et ALKUMRU HN.**

Effect of early water contact on solubility of glass ionomère luting cements.

J Prosthet Dent 1998;**80**(4):474-478.

**23. GERLI R, SECCIANI I, SOZIO F et coll.**

Absence of lymphatic vessels in human dental pulp: a morphological study.

Eur J Oral Sci 2010;**118**(2):110-117.

**24. GOLDBERG M.**

In vitro and in vivo studies on the toxicity of dental resin components: a review.

Clin Oral Invest 2008;**12**(1):1-8.

25. **GOLDBERG M, LASFARGUES JJ et LEGRAND JM.**

Clinical testing of dental materials-histological considerations.

J Dent 1994;**22**(Suppl 2):25-28.

26. **GOPIKRISHNA V, PRADEEP G et VENKATESHBABU N.**

Assessment of pulp vitality : a review.

Int J Paediatr Dent 2009;**19**(1):3-15.

27. **GRAUX F et DUPAS PH.**

La prothèse fixée transitoire.

Paris : CdP, 2000.

28. **IANNUCCI J et JANSEN L.**

Dental radiography : principles and techniques.

Philadelphie : Saunders, 2006.

29. **INGLE JI et BAKLAND LK.**

Endodontics.5ème éd.

Hamilton : BC Decker, 2002.

30. **JACOBI R, SHILLINGBURG H et BRACKETTE S.**

Les préparations en prothèse fixée : principes et applications cliniques.

Paris : CdP, 1988.

31. **JEAN A, KEREBEL B et KEREBEL LM..**

Scanning electron microscope study of the predentin-pulpal border zone in human dentin.

Oral Surg 1986;**61**(4):392-398.

32. **JOHNSON DC.**

Innervation of teeth: qualitative, quantitative and developmental assessment.

J Dent Res 1985;**64**(Spec No):555-563.



**33. KENYON BJ, VAN ZYL I et LOUIE KG.**

Comparison of cavity preparation quality using an electric motor handpiece and an air turbine dental handpiece.

J Am Dent Asso 2005;**136**(8):1101-1105.

**34. KIM S.**

Neurovascular interactions in the dental pulp in health and inflammation.

J Endod 1990;**16**(1):48-53.

**35. LASFARGUES J, BONTE E, GOLBERG M et coll.**

Ciments verres ionomères et matériaux hybrides.

Encycl Med Chir (Paris), Odontologie, 23-065-K-10, 1998, **18**.

**36. LEHMANN N, SIMON AL et TIRLET G.**

Edentement unitaire : de l'observation clinique à la prise de décision thérapeutique.

Rev Odontol Stomatol 2006;**35**(1):31-61.

**37. LOCKARD W.**

A retrospective study of pulpal response in vital adult teeth prepared for complete coverage restorations at ultrahigh speed using only air coolant.

J Prosthet Dent 2002;**88**(5):473-478.

**38. MAGLOIRE H, COUBLE ML ROMEAS A et coll.**

Odontoblast primary cilia: facts and hypotheses.

Cell Bio Int 2004;**28**(2):93-99.

**39. MEYRON S et JONHSON S.**

The effect of smear layer removal on the in vitro cytotoxicity of four dental restorative materials.

J Dent 1988;**16**(4):222-226.

**40. MICKENAUTSCH S et YENGOPAL V.**

Deminceralization of hard tooth tissue adjacent to resin-modified glass-ionomers and composite resins: a quantitative systematic review.

J Oral Sci 2010;**52**(3):347-357.

**41. MOSHARRAF R, SOLEIMANI B ET SANAEE-NASAB M.**

A comparison of two methods of removing zinc oxide-eugenol provisional cement residue from the internal surface of cast restorations.

J Contemp Dent Pract 2009;**10**(3):27-34.

**42. MOUNT G, HUME W, TENENBAUME H et coll.**

Préservation et restauration de la structure dentaire.

Bruxelles : De Boeck, 2002.

**43. NAKAMURA M, INOUE T et SHIMONO M.**

Immunohistochemical study of dental pulp applied with 4-meta/mma -tbb adhesive resin after pulpotomy.

J Biomed Mat Res 2000;**51**(2):241-248.

**44. NANJI A.**

Ten cate's oral histology : development, structure and function.6ème éd.

St Louis : Mosby, 2003.

**45. NANDINI W, VENKATESH KV et NAIR KC.**

Alginate impressions: a practical perspective.

J Conserv Dent 2008;**11**(1):37-41.

**46. O'BRIEN W.**

Dental materials and their selection.

Hanover Park : Quintessence, 2008.

**47. PASHLEY D.**

Smear layer : physiological considerations.

Oper Dent 1984;**3**(suppl):13-29.

**48. PATEL R, KATTADIYIL M, GOODACRE C et coll.**

An in vitro investigation into the physical properties of irreversible hydrocolloid alternatives.

J Prosthet Dent 2010;**104**(5):325-332.

**49. PERTOT W et SIMON S.**

Le traitement endodontique.

Paris : Quintessence, 2003.

**50. PIERRE A et DERRIEN G.**

Couronnes céramométalliques.

Encycl Méd Chir (Paris), Odontologie, 23-230-C-10, 2002, **7**.

**51. PIETTE E et GOLDBERG M.**

La dent normale et pathologique.

Bruxelles : De Boeck, 2001.

**52. PRESTON J.**

Rational approach to tooth preparation for ceramo-metal restorations.

Dent Clin North Am 1977;**21**(4):683-698.

**53. RIFAÏ K, JARROUCHE W et MOUAWAD M.**

Ciments au phosphate de zinc.

Encycl Méd Chir (Paris), Odontologie, 23-065-J-10, 2000, **7**.

**54. ROBERT G et JOHN M.**

Restorative dental materials.

St Louis : Mosby, 2002.

**55. ROMANELLI J.**

Periodontal considerations in tooth preparation for crown and bridge.

Dent Clin North Am 1977;**21**(4):683-698.

**56. ROSSETTI P, VALLE A, CARVALHO R et coll.**

Correlation between margin fit and microleakage in complete crowns cemented with three luting agents.

J Appl Oral Sci 2008;**16**(1):64-69.

**57. ROULET JF et DEGRANGE M.**

Collages et adhésion la révolution silencieuse.

Paris : Quintessence, 2000.

**58. SCHMALZ G.**

The biocompatibility of non-amalgam dental-filling materials.

J Oral Sci 1998;**106**(2):696-706.

**59. SCHMALZ G et ARENHOLT-BINDSLEV D.**

Biocompatibility of dental materials.

Berlin : Springer heidelberg, 2009.

**60. SCHMALZ G, THONEMANN B, RIEDEL M et ELDERTONL RJ.**

Biological and clinical investigations of a glass ionomer base material.

Dent Mat 1994;**10**(2):304-313.

**61. SHILLINGBURG H, HOBO S, WHITTSETT L et coll.**

Fundamentals of fixed prosthodontics.

Chicago : Quintessence, 1997.

**62. SIGURDSSON A.**

Pulpal diagnosis.

Endodont Topics 2003;**5**(1):12-25.

**63. SLAVKIN HC.**

The nature and nurture of epithelial-mesenchymal interactions during tooth morphogenesis.

J Biol Buccale 1978;**6**(3):189-204.

**64. SMITH BERNARD GN et HOWE L.**

Planning and making crowns and bridges.

Abingdon : Informa Healthcare, 2007.

**65. STEPHEN F, ROSENTIEL S, MARTIN F, LAND M et FUJIMOTO J.**

Contemporary fixed prosthodontics. 4ème éd.

St Louis : Mosby, 2006.

66. **TAÏB F, OGOLNIK R et VIGNON M.**

Prothèse fixée principes et pratique.

Paris : Masson, 1993.

67. **VAN NOORT R.**

Introduction to dental materials.2ème éd.

Edinburgh : Mosby, 2002.

68. **VIENNOT S, MALQUARTI G, ALLARD Y et PIREL C.**

Différents types de bridges.

Encycl Méd Chir (Paris), Odontologie, 23-270-A-20, 2005, **34**.

69. **WALTER PA.**

Dentinal hypersensitivity : a review.

J Contemp Dent Pract 2005;**6**(2):107-117.

70. **WATSON TF, FLANAGAN D et STONE DG.**

High and low torque handpieces: cutting dynamics, enamel cracking and tooth temperature.

Br Dent J 2000;**188**(2):680-686.

71. **WEISLEDER R, SHIZUKO Y, DANIEL J et coll.**

The validity of pulp testing: a clinical study.

J Am Dent Assoc 2009;**140**(8):1013-1017.

72. **WEISS P.**

New design parameters : utilizing the properties of nickel chromium superalloys.

Dent. Clin. North Am. 1977;**21**(4):769-785.

73. **WHITE S et YU Z.**

The effect of adhesive luting agent-dentinal surface interactions on film thickness.

J Prosthet Dent 1992;**68**(1):49-52.

## Table des illustrations

FIGURE 1 – Représentation schématique de la palissade des odontoblastes traversant la dentine BHASKAR 1991.

FIGURE 2 – Illustration représentant la forme, la taille et la distance entre les prolongements odontoblastique par rapport à la distance avec la pulpe BHASKAR 1991.

FIGURE 3 – Illustration d'une molaire mandibulaire montrant l'apposition des tissus minéralisés de manière physiologique et pathologique (lésion carieuse), réduisant l'espace pulpaire INGLE et BAKLAND 2002.

FIGURE 4 – Illustration de l'innervation et de la vascularisation pulpaire. En jaune le système nerveux en rouge le réseau vasculaire. D après BHASKAR 1991.

FIGURE 5 – Tableau montrant le volume pulpaire de chaque dent en centimètre cube. D'après BHASKAR 1991.

FIGURE 6 – Épaisseur de l'émail et de la dentine des dents maxillaires. D'après JACOBI et coll. 1988.

FIGURE 7 – Épaisseur de l'émail et de la dentine des dents mandibulaire. D'après JACOBI et coll. 1988.

FIGURE 8 – Schéma représentant l'indice de Le HUCHE.  
A : largeur maximum de la couronne ; B : largeur au collet.  
D'après SHILLINGBURG 1997.

FIGURE 9 – D'après BENCE 1978 , schéma représentant le potentiel réparateur de la pulpe face à la sommation des agressions dans le temps.

FIGURE 10 – Coupe schématique montrant les différents degrés de perméabilité dentinaire, en fonction du type de dentine EXBRAYAT et coll. 1986.

FIGURE 11 – Exemple de préparations antérieures d'un bridge complet maxillaire « mixte » avec des dents pulpées et déulpées. Le volume pulpaire de 11, 22, 23 autorise des préparations parallèles sur dents pulpées avec conservation maximale des hauteurs des préparations. D'après VIENNOT en 2005.

FIGURE 12 – Tableau indiquant l'épaisseur de préparation nécessaire sur dents postérieures, au niveau des faces vestibulaires proximales et palatines, en fonction des références bibliographiques.

FIGURE 13 – Tableau indiquant l'épaisseur de préparation nécessaire sur dents postérieures, au niveau de la face occlusale, en fonction des références bibliographiques.

FIGURE 14 – D'après JACOBI et coll. en 1988, la double angulation pour la préparation d'une incisive centrale (A). 1 axe parallèle à l'axe d'insertion de la prothèse, 2 axe parallèle aux 2/3 incisifs de la dent. En B et C une seule angulation à été suivi, dans le premier cas nous aurons un manque de place pour la céramique, dans le deuxième cas la préparation est traumatisante pour la pulpe.

FIGURE 15 – D'après STEPHEN et coll. en 2006, illustration et photo représentant les sillons d'orientation qui permettent la pénétration contrôlée.

FIGURE 16 – D'après JACOBI et coll. en 1988, éléments morphologiques d'une préparation pour couronne céramo-métallique sur dent antérieure et leurs rôles.

FIGURE 17 – D'après JACOBI et coll. en 1988, éléments morphologiques d'une préparation pour couronne céramo-métallique sur dent postérieur et leurs rôles.

**DURAND (jean)** La prothèse céramo-métallique et la vitalité pulpaire

84 f ; 73 réf ; 17 ill ; 30cm – (Thèse : Chir. Dent. ; Nantes ; 2011)

**Résumé :**

La réalisation d'une prothèse céramo-métallique sur dent vivante est gratifiante pour un praticien dans la mesure où la mutilation de l'organe dentaire est limitée. Cela nécessite une analyse pré-opératoire rigoureuse pour optimiser les chances de pérennité. La réalisation des préparations doit être extrêmement précise car il faut concilier une belle prothèse qui est la finalité recherchée avec des impératifs biologiques strictes.

La protection dentino-pulpaire est impérative durant toutes les phases d'élaboration, préparation, empreinte, provisoire, scellement.

Les principaux échecs sont une hypersensibilité résiduelle, et bien sûr la nécrose qui nécessitent un traitement endodontique qu'il est sensé éviter.

Ces prothèses céramo-métalliques sont concurrencées par les prothèses tout céramiques mais bien des indications font qu'elles restent encore dans notre panel thérapeutique.

**Rubrique de classement :**

ODONTOLOGIE-PROTHESE CONJOINTE

**Mots-clés :**

- Prothèse dentaire partielle conjointe
- Pulpe dentaire
- Céramiques
- Métal

**Mots-clés MeSH :**

- Denture partial fixed
- Dental pulp
- Ceramics
- Metals

**Jury :**

Président : Monsieur le Professeur Alain JEAN

Directeur de thèse : Monsieur le Professeur Yves AMOURIQ

Co-directeur de thèse : Monsieur le Docteur François BODIC

Assesseur : Monsieur le Docteur Gilles AMADOR DEL VALLE