

**MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**Université Salah Boubnider Constantine3**

**FACULTÉ DE MÉDECINE**

**DÉPARTEMENT DE MÉDECINE DENTAIRE**

**Thèse de Doctorat d'État en Sciences Médicales  
INTITULÉE**

**Stepwise excavation (SW) et Partial removal caries (PRC)  
dans les caries profondes : Apports des Concepts Actuels dans  
la Préservation de la Vitalité Pulpaire.**

Soutenue et présentée par

**Fellahi Samir**

**Maitre Assistant en Odontologie Conservatrice / Endodontie**

**Président : Pr. SERRADJ Sid/Ahmed. (Faculté de Médecine. Oran).**

**Assesseurs :**

- Pr. GHODBANE Nadia. (Faculté de Médecine. Constantine 3).**
- Pr. CHERIFI Azzeddine. (Faculté de Médecine. Annaba).**
- Pr. BOUHANNACHE Zohra. (H.C.A. Ain Naadja. Alger).**

**Directeur de thèse : Pr. SID Rachid. (Faculté de Médecine. Annaba).**

Année 2022

# DÉDICACES

*Je dédie cette thèse, à ma femme, tour à tour moitié, copine et conseillère.*

*À ma ribambelle de mioches, à leur tête ; Ahmed Khalil l'ainé et la coqueluche de la bande, Adam le chou de Bruxelles et Mehdi la mascotte.*

*Je leur dis : Je vous chéri ! Vous comblez ma vie de bonheur, merci d'exister.*

*A ma famille, ma mère en particulier ; une brave dame qui a fait de nous des hommes et des femmes à la hauteur des ses espérances. De rien, elle a toujours su guerroyer comme une lionne pour nous donner une meilleure éducation.*

*À feu mon père ; le maquisard, "ARGUEZ ", exemple et mentor.*

*Il m'a appris la vie mon géniteur ; ses hauts et ses bas, ses bonheurs comme ses peines. J'ai trébuché plusieurs fois, je suis même tombé, ramassé des gadins. Il était sempiternellement là, à mes cotés pour m'aider à me relever et à essayer à avancer stoïquement encore et encore. Mon père Si Ahmed, avait toujours cru en moi et toujours soutenu tout au long de mes études. Je lui dis dors en paix car ton fils a pu enfin atteindre le mât de cocagne et s'apprête à décrocher la timbale . « In Memoriam ».*

*Au Professeur Rachid SID, sommité de l'art dentaire. Je vous fais des genuflexions pour la patience et la persévérance dont vous avez fait montre tout au long de ses cinq années. La lanterne avec laquelle vous m'avez guidé*

*jusqu'à entrevoir le bout du tunnel m'a été précieuse, que cette thèse soit la  
preuve de mon éternelle amitié et respect.*

*A mes amis et collègues du travail de l'HMRUC et de l'université.*

*Samir FELLAHI*

# ***REMERCIEMENTS***

**A Notre Président du Jury de Thèse**

**Monsieur le Professeur**

**Sid Ahmed SERRADJ**

**Chef de service d'Odontologie Conservatrice / Endodontie**

**CHU - Faculté de Médecine/Département de Médecine Dentaire**

**ORAN**

*Vous nous avez fait l'honneur et le privilège d'accepter la  
présidence de notre jury de thèse.*

*Nous nous souviendrons de vos immenses qualités humaines et  
scientifiques.*

*Veillez trouver dans ce travail l'expression de nos remerciements  
les plus sincères ainsi que notre profonde reconnaissance*

# A Notre Juge

**Madame le Professeur**

**Nadia GHODBANE**

**Chef de service d'Odontologie Conservatrice /Endodontie**

**CHU. BEN BADIS - CONSTANTINE**

**Ancien chef de département de médecine dentaire**

**Faculté de Médecine – Université de Constantine 3.**

*Nous vous sommes très reconnaissants d'avoir bien daigné vous intéresser à notre humble travail.*

*Nous tenons à vous remercier pour vos précieux conseils ainsi que pour toutes les formations que vous nous avez prodiguées.*

*Nous avons beaucoup appris à travailler à vos côtés durant ces dernières années.*

*Vous nous avez fait confiance alors que nous n'étions encore que conscrits.*

*Vous nous avez enrôlé, sans hésiter dans votre belle et bonne équipe et initié avec art et manière à ce noble métier qui est l'enseignement.*

*Trouvez en ce travail le témoignage de ma plus profonde gratitude.*

# **A Notre Juge**

**Madame Le Professeur**

**Zohra BOUHANNACHE**

**Professeur et chef de service d'Odontologie Conservatrice/Endodontie à  
L'hôpital Central de l'armée (HCA).**

**Médecin en chef de l'hôpital central de l'armée. ALGER**

*Nous vous sommes très reconnaissants d'avoir bien voulu vous intéresser à  
notre travail.*

*Nous tenons à vous remercier pour vos précieux conseils ainsi que pour toutes  
les attentions que vous nous avez témoigné.*

*Nous avons beaucoup appris à travailler avec vos côtés durant notre internat  
aux Oliviers.*

*Nous étions douze étudiants comme si c'était hier. Pour nous ? Vous étiez une  
fée ! Un puits intarissable de sagesse.*

*Veillez trouver en ce travail, l'expression de nos remerciements les plus  
sincères ainsi que notre plus profonde reconnaissance.*

## **A Notre Juge**

**Monsieur le Professeur**

**Azzeddine CHERIFI**

**Professeur en Odontologie Conservatrice /Endodontie**

**CHU. Ibn ROCHD - Département de Médecine Dentaire.**

**Faculté de Médecine. Université Badji Mokhtar - ANNABA**

*Nous tenons à vous remercier pour avoir honoré notre travail de votre attention en acceptant de participer à notre jury de thèse et également pour l'enthousiasme et la spontanéité dont vous avez fait preuve afin de faire partie de notre jury.*

*Nous savons que vous avez toujours communiqué aux élèves votre passion pour la pédodontie ainsi que votre optimisme.*

*Veillez trouver au cours de ce travail, l'expression de notre reconnaissance et de notre profond respect.*

# A Notre Directeur de Thèse

**Monsieur le Professeur**

**Rachid SID**

**Professeur en Odontologie Conservatrice /Endodontie.**

**Ex chef de service. CHU. Ibn ROCHD - Annaba**

**Département de Médecine Dentaire - Faculté de Médecine.**

**Directeur du laboratoire de recherche " Santé Bucco-Dentaire ". Annaba.**

**Université Badji Mokhtar - ANNABA**

*Nous vous sommes très reconnaissants d'avoir accepté de diriger notre thèse.*

*Votre gentillesse, votre bienveillance tout comme vos conseils, nous ont particulièrement aidé et touché.*

*C'est en partie grâce à vous et également à tous les membres du jury si nous avons pu nous épanouir dans cette discipline qu'est la dentisterie conservatrice/endodontie.*

*Nous vous exprimons ici toute notre gratitude pour votre disponibilité et pour avoir éveillé notre intérêt pour la recherche scientifique, l'assiduité et l'opiniâtreté dans les efforts fournis tout au long de ce travail.*

*Nous espérons que ce travail sera à la hauteur de vos attentes.*

*Veillez trouver en ce travail l'expression de nos remerciements les plus sincères ainsi que notre plus profonde reconnaissance.*



# Table des matières

TABLE DES FIGURES.....	VII
LISTE DES TABLEAUX.....	X
LISTE DES ABRÉVIATIONS.....	XII
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>01</b>
<b>Chapitre 1. Revue de littérature.....</b>	<b>05</b>
<b>1.1. La carie dentaire.....</b>	<b>06</b>
1.1.1. Définition.....	06
1.1.2. Etiopathogénie.....	06
<b>1.2. Stades d'évolution de la carie.....</b>	<b>08</b>
1.2.1. La lésion carieuse à évolution rapide.....	08
1.2.2. La lésion carieuse à évolution lente.....	08
1.2.3. La carie arrêtée.....	09
<b>1.3. Description histo-pathologique de la carie dentinaire.....</b>	<b>09</b>
<b>1.4. La formation de dentine tertiaire.....</b>	<b>12</b>
1.4.1. Généralités.....	12
1.4.2. La dentine réactionnelle et la dentine de réparation .....	12
<b>1.5. Classification ICDAS des lésions carieuses.....</b>	<b>13</b>
<b>1.6. Nouvelles techniques d'aide au diagnostic.....</b>	<b>15</b>
1.6.1. Les tests de vitalité pulpaire.....	15
1.6.1.1. La spectrométrie à double longueur d'onde.....	15
1.6.1.2. Fluximétrie laser doppler.....	15

1.6.1.3. L'oxymétrie pulsative.....	15
1.6.2. Aides optiques.....	16
1.6.2.1. Aides optiques directes.....	16
1.6.2.1.1. Microscope opératoire.....	16
1.6.2.1.2. Les loupes binoculaires.....	16
1.6.2.2. Aides optiques indirectes avec images numérisées.....	17
1.6.2.2.1. Caméra Kavo (DiagnoCam).....	17
1.6.2.2.2. Systèmes optiques utilisant la fluorescence.....	17
1.6.4. Détection par luminescence et infrarouge.....	18
<b>1.7. Curetage dentinaire et évolutions techniques.....</b>	<b>18</b>
1.7.1. La StepWise (SW) ou Curetage par étapes.....	20
1.7.2. La Partial Removal Caries (PRC) ou Curetage partiel.....	20
 <b>Chapitre 2. Caries Profondes et Traitements.....</b>	 <b>26</b>
 <b>2.1. Les techniques d'évictions carieuses.....</b>	 <b>30</b>
2.1.1. Colorants révélateurs de caries.....	30
2.1.1.1. Fuchsine basique dans une base de propylène glycol.....	30
2.1.1.2. Rouge-acide dans la base de propylène glycol.....	30
2.1.2. L'éviction carieuse : Les techniques conventionnelles.....	31
2.1.2.1. L'éviction manuelle.....	31
2.1.2.2. L'éviction par instrumentation rotative.....	32
2.1.2.2.1. Les systèmes à rotation directe par air.....	32
2.1.2.2.2. Les systèmes à rotation nécessitant un micro-moteur.....	33
2.1.2.2.3. Les fraises.....	34
2.1.2.2.3.1. Nature de la partie travaillante des fraises.....	34
2.1.3. L'éviction carieuse : Les techniques alternatives.....	36

<b>2.2. Les matériaux de protection de l'organe dentaire.....</b>	<b>36</b>
2.2.1. Matériau de protection pulpaire idéal.....	36
2.2.1.1. L'Hydroxyde de calcium.....	37
2.2.1.1.1. Propriétés physico-chimiques.....	37
2.2.1.1.2. Mode d'action de l'Hydroxyde de calcium.....	38
2.2.1.1.3. Inconvénients.....	38
2.2.1.2. Le MTA.....	39
2.2.1.2.1. Propriétés physico-chimiques.....	40
2.2.1.2.2. Mode d'action.....	40
2.2.1.3. La Biodentine.....	41
2.2.1.3.1. Propriétés physico-chimiques.....	41
2.2.1.3.2. Mode d'action.....	42
2.2.1.4 Comparaison Hydroxyde de calcium-MTA-Biodentine.....	42
<b>2.3. Thérapeutiques des caries profondes.....</b>	<b>43</b>
2.3.1. Les thérapeutiques conventionnelles.....	44
2.3.1.1. Le coiffage pulpaire indirect.....	44
2.3.1.2. Coiffage pulpaire direct.....	46
2.3.2. Les concepts actuels .....	48
2.3.2.1. Les techniques StepWise et Partial Removal Caries.....	49
2.3.2.2. La StepWise excavation (SW).....	51
2.3.2.3. La Partial removal caries (PRC).....	54
2.3.2.4. Différences entre ces deux techniques.....	56
2.3.2.4. Limites et pronostics de ces deux techniques.....	58
 <b>Chapitre 3. Partie Pratique :.....</b>	 <b>60</b>
<b>3.1. Problématique.....</b>	<b>61</b>
<b>3.2. Protocole d'étude.....</b>	<b>66</b>
3.2.1. Objectifs.....	66
3.2.1.1. Objectif principal.....	66
3.2.1.2. Objectifs secondaires.....	66

3.2.2. Matériels et méthodes.....	66
3.2.2.1. Population d'étude.....	66
3.2.2.2. Critères d'inclusion.....	67
3.2.2.3. Critères d'exclusion.....	67
3.2.2.4. Lieux de recrutement.....	68
3.2.2.5. Calcul de la taille de l'échantillon.....	68
3.2.2.7. Critères de jugement/ évaluation.....	69
3.2.3. Méthodologie pratique.....	71
3.2.3.1. Type de l'étude.....	71
3.2.3.2. Méthode d'échantillonnage.....	71
3.2.3.3. Techniques et déroulement des programmes .....	72
3.2.3.3.1. Lors de la première consultation.....	72
3.2.3.3.2. En StepWise excavation.....	73
3.2.3.3.3. En Partial Removal Caries (PRC).....	80
3.2.3.3.4. Différentes étapes cliniques lors d'une PRC.....	81
3.2.3.3.5. Différentes phases lors de nos prélèvements bactériologiques.....	84
3.2.4. Techniques statistiques employées.....	87
3.2.5. Moyens.....	87
3.2.5.1. Sur le plan effectif (Personnel).....	87
3.2.5.2. Locaux.....	87
3.2.5.3. Equipements/Matériels.....	87
<b>3.3. Ethique.....</b>	<b>88</b>
<b>Chapitre 4. Résultats, Analyses et Discussion.....</b>	<b>89</b>
<b>4.1. Résultats et Analyses.....</b>	<b>90</b>
4.1.1. Origine des patients par Wilaya.....	90
4.1.2. Répartition des patients par classe d'âge.....	91
4.1.3. Répartition des patients selon le sexe.....	93
4.1.4. Répartition des patients selon les dents à traiter.....	94

4.1.5. Patients bénéficiant d'un orthopantomogramme dentaire.....	95
4.1.6. Répartition par rapport à la classification IDCAS sur l'avancée des lésions cariesuses.....	96
4.1.7. Répartition selon la forme de la chambre pulpaire.....	97
4.1.8. Technique de curetage lors de la StepWise et de la PRC.....	98
4.1.9 StepWise : Présence de dentine ramollie lors du 2 <sup>ième</sup> curetage .....	99
4.1.10. Prélèvement bactériologique lors de la StepWise et de la PRC.....	100
4.1.11. Charge bactérienne lors des 2 curetages.....	101
4.1.12. Charge bactérienne avant et après Curetage.....	103
4.1.13. Comparaison des charges bactériennes StepWise /PRC après curetage.....	104
4.1.14. Taux d'effractions lors du curetage initial en StepWise versus PRC.....	106
4.1.15. StepWise : Taux d'effraction lors du 2 <sup>ième</sup> curetage.....	107
4.1.16. Comparaison des taux d'effractions StepWise /PRC en fin de curetage.....	108
4.1.17. PRC : Contrôle clinique .....	110
4.1.18. StepWise et PRC. Contrôle clinique : Test au froid à 09 mois.....	111
4.1.19. Stepwise et PRC. Contrôle clinique : test aux percussions.....	112
4.1.20 Stepwise et PRC. Contrôle clinique : Para-fonctions/Bruxisme.....	114
4.1.21. Contrôle radiologique sur une période de 09 mois.....	115
4.1.22. Présence de la ligne radio-claire au niveau coronaire.....	116
4.1.23. StepWise : Objectivation de la cicatrisation coronaire.....	118
4.1.24. PRC : Objectivation de la cicatrisation coronaire.....	119
4.1.25. Présence d'une zone radio-claire au niveau péri-apicale.....	120
4.1.26. Etat comportemental des restaurations de temporisation.....	122
4.1.27. Etat clinique des parois latérales et axiales en fin de traitement pour la StepWise et la PRC.....	124
<b>4.2. Discussion .....</b>	<b>126</b>

<b>CONCLUSION.....</b>	<b>151</b>
<b>PERSPECTIVES.....</b>	<b>153</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>155</b>
<b>WEBOGRAPHIE.....</b>	<b>175</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>178</b>

# Table des Figures

01. Schéma de Keyes, modifié Köenig puis Newbrun. Illustration des causes de la carie dentaire. (D'après PONCHO. 1993).....	06
02. Figuration des différentes couches de la carie et les réactions pulpo-dentaires sous-jacentes (d'après Lasfargues et Colon, 2009).....	11
03. Les différents changements dentinaires lors d'un processus carieux. (Sturtevant's Art and Science of Operative Dentistry, Page 61, Chapter 2, 6th Edition).....	12
04. Classification ICDAS des lésions carieuses.(D'après Dr. Andréa Ferreira ZANDONA. University of Indiana).....	14
05. Lésion carieuse profonde Aspect radiologique (H.M.R.U.Constantine. Iconographie : FELLAHI S, SID R).....	27
06/07. Présentation schématique du coiffage indirect et direct.....	47
08. Cavité initiale. (H.M.R.U.Constantine. Iconographie : FELLAHI S, SID R).....	71
09. Excavateurs et fraises boules. (H.M.R.U.Constantine. Iconographie : FELLAHI S, SID R).....	73
10. Fushine. (H.M.R.U.Constantine. (Iconographie : FELLAHI S, SID R).....	74
11. Hydroxyde de calcium Auto-polymérisable. (Iconographie : FELLAHI S, SID R) .....	75
12. Verre ionomère. (Iconographie : FELLAHI S, SID R).....	75
13. Radio-Visio-Graphie.(H.M.R.U.Constantine. Iconographie : FELLAHI S, SID R).....	76
14. StepWise, curetage dentinaire. ....	77
15. StepWise, Pose de l'hydroxyde de calcium .....	77
16. StepWise, Pose du verre ionomère.....	77
17. StepWise, Image Radiographique .....	77
18-19. Caméra intra-buccale SiroCam AF+. De Densply-Sirona(Iconographie: FELLAHI S,SID R)...	78
20. Composite. (Iconographie: FELLAHI S,SID R).....	79

21-26. Différentes étapes cliniques lors d'une PRC. ( <i>Iconographie: FELLAHI S, SID R</i> ).....	81
27. Approche thérapeutique par PRC.Aspects radiologiques.( <i>Iconographie: FELLAHI S,SID R</i> )....	83
28/33. Différentes phases lors de nos prélèvements bactériologiques. ( <i>Iconographie: FELLAHI S,SID R</i> ) .....	84
34. Diagramme figurant la répartition de patients selon leur origine.....	90
35. Diagramme figurant la répartition des patients par classe d'âge.....	91
36. Diagramme figurant la répartition des patients par sexe .....	93
37. Nature des dents à traiter.....	94
38. Taux de présentation de orthopantomogrammes dentaires .....	95
39. Répartition des lésions selon la classification ICDAS .....	96
40. Forme de la chambre pulpaire .....	97
41. Technique de curetage .....	98
42. StepWise : 2 <sup>ième</sup> curetage présence de dentine ramollie .....	99
43. Analyse bactériologique.....	100
44. StepWise : Charge bactérienne. J.O versus T.09 mois.....	101
45 PRC : Charge bactérienne avant et après curetage partiel.....	103
46. Charge bactérienne. Comparaison StepWise versus PRC.....	104
47. Taux d'effractions pulpaire. Curetage initial.....	106
48. StepWise : Taux d'effraction pulpaire. 2 <sup>ième</sup> curetage .....	107
49. Taux d'effractions pulpaire / Comparaison StepWise / PRC.....	108
50. Contrôle clinique lors de nos traitements .....	110
51. Stepwise et PRC : Test au froid .....	111
52. Stepwise et PRC : Test aux percussions .....	112



53.	Para-fonctions / Bruxisme .....	114
54.	Contrôle radiologique sur une période de 09 mois.....	115
55.	Présence d'une ligne radio-claire.....	116
56.	StepWise, Cicatrisation coronaire.....	118
57.	PRC / Constats radiologiques de la cicatrisation coronaire .....	119
58.	Présence d'une zone radio-claire péri-apicale .....	120
59.	Temporisation au CVI : Etat comportemental .....	122
60.	Parois latérales et axiales : Présence de dentine ramollie .....	124

# LISTE DES TABLEAUX

01. Tableau comparatif Ca (OH) <sub>2</sub> - MTA - Bio-dentine <i>D'après Wohlgemuth, 2014</i> .....	42
02. Répartition des patients par wilaya.....	90
03. Répartition des patients par classe d'âge.....	91
04. Répartition des patients par Sexe.....	93
05. Nature des dents à traiter.....	94
06. Taux de bénéficiaires de Orthopantomogrammes dentaires.....	95
07. Répartition des lésions selon la classification IDCAS.....	96
08. Forme de la chambre pulpaire.....	97
09. Technique de curetage.....	98
10. Stepwise : 2 <sup>ième</sup> curetage présence de dentine ramollie.....	99
11. Prélèvement bactériologique lors de la StepWise et de la PRC.....	100
12. Charge bactérienne à la fin du 1 <sup>er</sup> (J.O) et 2 <sup>ième</sup> curetages (T.09 mois).....	101
13. PRC : Charge bactérienne avant et fin de l'unique curetage.....	103
14. Comparaison des charges bactériennes Stepwise / PRC après curetage.....	104
16. Curetage initial en Stepwise /PRC : Taux d'effractions pulpaires.....	106
16. Taux d'effraction pulpaires. 2 <sup>ième</sup> curetage en Stepwise.....	107
17. Taux d'effractions pulpaires 2 <sup>ième</sup> curetage en Stepwise / PRC.....	108
18. Contrôles cliniques de nos thérapeutiques.....	110
19. Test au froid.....	111
20. Test aux percussions.....	112
21. Fréquence des para-fonctions.....	114
22. Contrôle radiologique.....	115
23. Au niveau coronaire : Ligne radio-claire.....	116

24. Au niveau coronaire : mise en évidence de la cicatrisation/ Stepwise .....	118
25. Au niveau coronaire : Mise en évidence de la cicatrisation /PRC .....	119
26. Au niveau péri-apical : Zone radio-claire .....	120
27. Restauration de temporisation au CVI.....	122
28. Présence de dentine ramollie résiduelle.....	124

## LISTE DES ABRÉVIATIONS

Collège National des Enseignants en odontologie conservatrice (**CNEOC**).

Stepwise (**SW**).

Partial Removal Caries (**PRC**).

Sélective élimination ou excavation (**SE**).

Ciment verre Ionomère (**CVI**).

Hôpital militaire régional universitaire de Constantine (**HMRUC**).

Ciment verre Ionomère modifié par adjonction de résine. (**CVIMAR**).

Caries Management by Risk Assessment. (**CAMBRA**).

International Caries Detection and Assessment System (**IDCAS**).

ISO (**International Standardization Organization**).

Carie Excavation assistée par fluorescence (FACE).

Mineral Trioxide Aggregate (**MTA**).

Hydroxyde de calcium (**Ca(OH)<sub>2</sub>**).

Sites et SATDES (**SiSTA**).

Hypochlorite de Sodium (**NaOCl**).

Radiovisiographie (**RVG**).

Organisation Mondiale de la Santé (**OMS**).

Pearson value (**P**).

Risque (**R**).

Différence de signification (**KHI<sub>2</sub> ou X**).

Millilitre (**ml**).

Rdio-Bitwing (**BW**).

Odontologie Conservatrice /Endodontie (**OC/E**).

Fédération dentaire internationale (**FDI**).

Centre médical spécialisé (**CMS**).

## **INTRODUCTION**

La carie dentaire est classée par l'O.M.S au troisième rang des fléaux mondiaux, immédiatement après le cancer et les maladies cardio-vasculaires <sup>[135]</sup>.

C'est une maladie multifactorielle où interviennent quatre facteurs étiologiques essentiels; la cario-susceptibilité des tissus dentaires, les glucides de l'alimentation, les microorganismes cariogènes et le facteur temps <sup>[195]</sup>.

L'OMS qualifie donc les maladies bucco-dentaires comme un problème de santé publique majeur en raison de leur prévalence et leurs incidences élevées. Elle a estimé à cinq milliards dans le monde le nombre des personnes présentant des caries dentaires, avec une prévalence de l'ordre de 60 à 90% chez les enfants en âge de scolarité.

En Algérie, pays en pleine transition épidémiologique où l'espérance ainsi que la qualité de vie sont en augmentation progressive, parmi les affections les plus fréquentes figure la pathologie carieuse et ses conséquences.

Sa prévalence se veut relativement élevée dans tous les groupes d'âge étudiés.

En denture temporaire elle atteint 76% pour 64% en denture permanente avec une nette prédominance chez les filles, et ce en dépit des développements palpables apportés au système de santé pour subvenir aux besoins de la population en matière de santé et de qualité de soin toujours croissant.

Sur le plan physiopathologique, la carie dentaire est due à la production locale d'acides organiques par les bactéries cariogènes de la plaque (streptococcus, lactobacillus, actinomyces....) lorsque ces dernières sont en contact avec les sucres fermentescibles.

Cette acidité est responsable d'une déminéralisation de l'émail quand le ph passe au-dessous de 5,5 puis de la dentine, plus fragile, en dessous de 6,5.

A des stades précoces, le processus peut être stoppé et inversé par des moyens non chirurgicaux, favorisant la reminéralisation <sup>[124]</sup>.

Au stade où l'émail est complètement détruit, la cavité qui se forme dans la dentine est irréversible et nécessite des soins de restauration.

En l'absence de traitement, l'évolution peut se faire vers l'atteinte pulpaire et ses complications <sup>[07, 28]</sup>.

Lorsque le processus de déminéralisation est lent, il peut apparaître des cavités carieuses considérées comme profondes (atteinte de plus de la moitié de l'épaisseur dentinaire) sans que la pulpe soit dans un état pathologique irréversible (pulpopathie totale ou nécrose pulpaire).

Dans ces cas, il existe un risque important d'exposition pulpaire lors du curetage complet de la dentine cariée ;

Il en découle alors le déploiement d'un traitement plus invasif, à taux de réussite variable (pulpectomie, pulpotomie partielle, ou complète et coiffage pulpaire <sup>[01, 72, 182, 253]</sup>).

Une meilleure connaissance des mécanismes étio-pathogéniques de la carie nous a permis d'établir tout un arsenal de méthodes de prévention en remplaçant le traitement chirurgical par un modèle médical préventif.

Actuellement la plus part des recommandations nous orientent vers une nouvelle tendance qui utilise des stratégies non destructives de gestion des caries, basées sur le risque plutôt que de se concentrer uniquement sur les traitements de restauration.

Ces nouveaux concepts, parrainés par l'apport des nouvelles techniques de diagnostics précoces, nous incitent inéluctablement vers une pratique préservatrice, non invasive, privilégiant ainsi les thérapeutiques de stabilisation et/ou de réversion des lésions initiales.

La gestion des caries par l'évaluation des risques (**CAMBRA**) <sup>[113]</sup> est une approche fondée sur la détermination de nombreux facteurs causant l'expression de la maladie puis de prendre des mesures correctives.

Avec ce protocole moderne "CAMBRA", conçu pour arrêter et / ou diminuer les caries dentaires, un nouveau plan de traitement peut être envisagé.

Sans traitement la lésion carieuse progresse et l'atteinte pulpaire devient irréversible <sup>[113, 176]</sup>.

Le traitement traditionnel des pulpes par exérèse de tissu carieux non sélective (exérèse complète) conduit souvent à une exposition de la pulpe.

Il est évident que la prise en charge des lésions carieuses profondes des dents vitales est d'approche difficile <sup>[10, 53]</sup>; elle est primordiale et devrait permettre la préservation de la vitalité pulpaire dès que possible pour ne pas aboutir à un traitement endodontique mutilant pour l'organe dentaire.

Dans beaucoup de situations, traiter une carie dentaire d'allure profonde demeure un challenge pour bon nombre de praticiens, tant ils sont pris en porte-à-faux entre différentes situations décisives mais ambiguës.

Aussi, lors de nos interventions au niveau d'une carie profonde, éviter l'effraction pulpaire doit désormais faire partie de nos objectifs.

Plusieurs protocoles d'éviction de la carie profonde ont été développés <sup>[72]</sup> :

- L'éviction totale afin d'éliminer tout le tissu carieux ; cette méthode entraîne beaucoup trop d'effractions pulpaires et est très mutilante au niveau des tissus durs dentaires.

- La méthode **Stepwise** permettant une éviction de la dentine atteinte en deux temps, limite le risque d'effractions pulpaires grâce à la conservation partielle d'une portion de dentine "ramollie".

- Enfin, l'éviction partielle ultra conservatrice **PRC (partiel removal caries)** réalise une éviction partielle en un seul temps.

Les méthodes d'éviction dentinaire **Stepwise** et **PRCen** minimisant les taux d'effractions pulpaires lors de nos curetages dentinaires, permettraient dans un futur proche la diminution de manière significative des traitements radicaux qui tendent vers la bio-pulpectomie <sup>[45]</sup>.

Dans notre travail, nous allons essayer de mettre en lumière les principes et apports de ces deux Techniques.

Nous restons persuadé et espérons que nos résultats permettront d'orienter le praticien sur l'approche et l'adoption d'une technique d'éviction dentinaire, répondant aux principes d'une dentisterie moderne, non invasive.



# **Chapitre 1.**

## **Revue de Littérature**

## 1.1. La carie dentaire

### 1.1.1. Définition

La carie est actuellement classée par les experts de l'organisation mondiale de la santé (OMS) au troisième rang des fléaux mondiaux, immédiatement après les pathologies cancéreuses et les maladies cardiovasculaires.

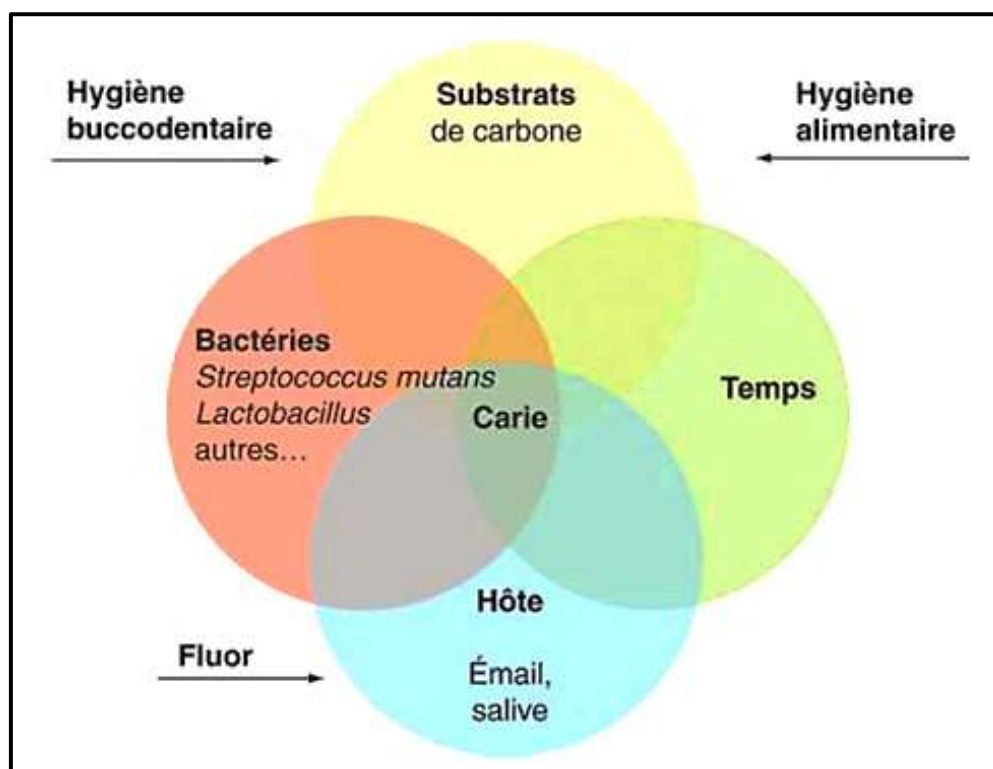
Il s'agit d'une maladie infectieuse, multifactorielle, caractérisée par des périodes de déminéralisation-reminéralisation résultant d'un déséquilibre de l'écosystème buccal et qui parvient à détruire la substance la plus dure du corps humain : l'émail, avant d'atteindre la dentine, à moins qu'elle ne se développe au niveau de la racine où elle intéresse alors initialement le ciment <sup>[32, 67, 70, 76]</sup>.

### 1.1.2. Etiopathogénie

La carie se produit sous l'action simultanée de plusieurs facteurs :

L'hôte, la **flore bactérienne**, le **régime alimentaire** et le **temps**.

(Schéma de Keyes modifié KÖenig puis Newbrun) <sup>[244]</sup>. (Fig.9)



**Figure. 1:** Schéma de Keyes, modifié par Koenig puis Newbrun. Illustration des causes de la carie dentaire. (D'après PONCHO. 1993)

\* *L'alimentation*

Riche en acides, elle favorisera la déminéralisation de l'émail.

\* *L'Hôte*

Un émail mince et/ou mal minéralisé, des dents au relief accentué et/ou mal positionnées exposeront le sujet à des atteintes carieuses.

\* *La Plaque dentaire bactérienne*

Plus de 60 à 70 espèces de bactéries colonisent la plaque bactérienne.

L'implication des micro-organismes buccaux dans le processus carieux a été mise en évidence par Miller en 1980. Les différentes études au cours des années ont montrés la spécificité cariogène de deux grandes familles de bactéries au sein de la plaque dentaire : les streptocoques et les lactobacilles (Orland et al, 1955) (Fitzgerald and Keyes, 1960) (Loesche, 1986) (Nakano et al, 2005) (Okada et al, 2005) (Beighton, 2005).

Les streptocoques et les lactobacilles sont responsables du développement des caries. Les bactéries anaérobies induisent les pathologies gingivales ;

Les bactéries du genre actinomyces sont également considérées comme pathogènes.

Dans le cadre des thérapeutiques ultra-conservatrices, il est évident que l'on risque d'enfermer des bactéries sous les obturations, cela donne une certaine légitimité à l'utilisation d'antiseptiques <sup>[126]</sup>.

\* *Le Temps*

Chaque fois que les 3 facteurs : Plaque dentaire, dents, alimentation se trouvent en présence et persistent communément dans le temps, il y a risque d'atteinte amélo-dentinaire pour les dents.

***Aux stades avancés, le processus carieux est irréversible.***

Nous observons donc des phénomènes de déminéralisation et reminéralisation.

Le rythme de cette alternance déterminera la progression ou non de la carie.

## 1.2. Stades d'évolution de la carie

Trois types de lésions peuvent s'observer au niveau dentinaire [23, 177, 178] :

### 1.2.1. La lésion carieuse à évolution rapide (carie active)

La dentine est jaune pâle et ramollie.

Le métabolisme du biofilm cariogène peut être intense du fait d'une hygiène buccale inadéquate, d'un environnement pauvre en fluorures, d'une localisation au contact d'un tissu insuffisamment minéralisé.

La destruction cavitaire de l'émail et de la dentine se produit alors plus rapidement.

La production continue d'acide fait obstacle aux reprecipitations.

Il en résulte des destructions rapides des odontoblastes sans oblitération sclérotique des canalicules. Les réactions inflammatoires pulpairees en regard seront intenses, s'accompagnant en général de douleurs.

En absence de traitement, des lésions pulpairees apparaissent [54, 57, 76] et c'est essentiellement à ce stade de la lésion qu'il convient de mettre en avant les deux techniques (StepWise et PRC).

### 1.2.2. La lésion carieuse à évolution lente (carie chronique)

La dentine prend un aspect brunâtre et est plus dure.

L'évolution lente s'explique par une déminéralisation peu agressive qui permet les réactions de défense.

Avant que la déminéralisation atteigne la dentine, des réactions d'hyperminéralisation par augmentation de l'apposition de dentine intra et péri-tubulaire et le dépôt de cristaux d'origine minérale au sein et sous les canalicules interviennent sous la lésion amélaire réduisant ainsi le diamètre des canalicules.

Ceci constitue un réel mécanisme de défense qui n'arrête pas le processus carieux mais ralentit sa progression en réduisant la perméabilité dentinaire [05, 20, 23, 161, 184].

### 1.2.3. La carie arrêtée (stoppée)

C'est une lésion qui a stoppé son évolution, présentant une texture lisse, une surface dure et brillante et une couleur brun-noirâtre [104, 149, 155].

## 1.3. Description histopathologique de la carie dentinaire

Plusieurs zones sont schématiquement distinguées dans la lésion carieuse dentinaire :

### ➤ La zone nécrotique, ou zone décomposée :

Elle consiste en une destruction du tissu dentinaire et de son réseau tubulaire.

On y trouve un mélange de plaque bactérienne et de matrice collagénique désintégrée par l'activité bactérienne protéolytique.

C'est cette partie de la lésion qui est facilement enlevée manuellement à l'aide de curettes [148, 159, 179].

Cliniquement, elle devra impérativement être éliminée lors de nos curetages.

### ➤ La zone infectée, ou zone d'invasion bactérienne :

Cette zone est située sous la précédente. Elle est caractérisée par une atteinte de la dentine péri-tubulaire et la présence de nombreuses bactéries dans les tubules.

Ces bactéries apparaissent isolées ou, le plus souvent, sous forme d'agrégats.

Si la destruction dentinaire progresse essentiellement en suivant l'axe des tubules, elle peut aussi s'étendre latéralement en suivant les lignes d'accroissement de la dentine qui sont perpendiculaires aux tubules (lignes d'Owen).

Il y a ainsi formation de « fissures transversales » [164, 260, 266].

### ➤ La zone affectée, ou zone de déminéralisation

Les sels minéraux sont partiellement dissous, mais avec préservation de la morphologie péri et inter-tubulaire.

Il existe des bactéries dans les tubules, mais celles-ci se font de plus en plus rares en direction de la pulpe.

Il faut souligner que la transition entre ces différentes zones ne se fait pas de façon franche mais au contraire progressive, de ce fait, la limite entre les zones ne pourra être franche et nette, surtout dans le cas de lésions carieuses à progression rapide <sup>[164]</sup>.

Ceci explique que certains auteurs comme **Newbrun**<sup>[168]</sup> distinguent un nombre supérieur de couches.

Afin de faciliter cette distinction, certains auteurs ont proposé l'utilisation de différents colorants, comme la fuchsine basique ou le rouge acide, qui les amène à ne distinguer que deux zones dans la dentine cariée en fonction du degré de son ramollissement <sup>[254]</sup> :

➤ **Une zone externe:**

Encore appelée première couche cariée, elle est constituée de dentine dite « ramollie », contaminée par les bactéries, non reminéralisable et insensible.

Elle correspond aux zones nécrotiques et infectées.

Sa coloration brun/rouge est due à la dénaturation irréversible des fibres de collagène.

➤ **Une zone interne**

Deuxième couche carieuse, elle est constituée de dentine affectée, reminéralisable et sensible, partiellement ramollie et ne contient que des bactéries pionnières dans les tubules, elle est ainsi assimilée à une couche non infectée (Lasfargues, JJ and Colon, 2009).

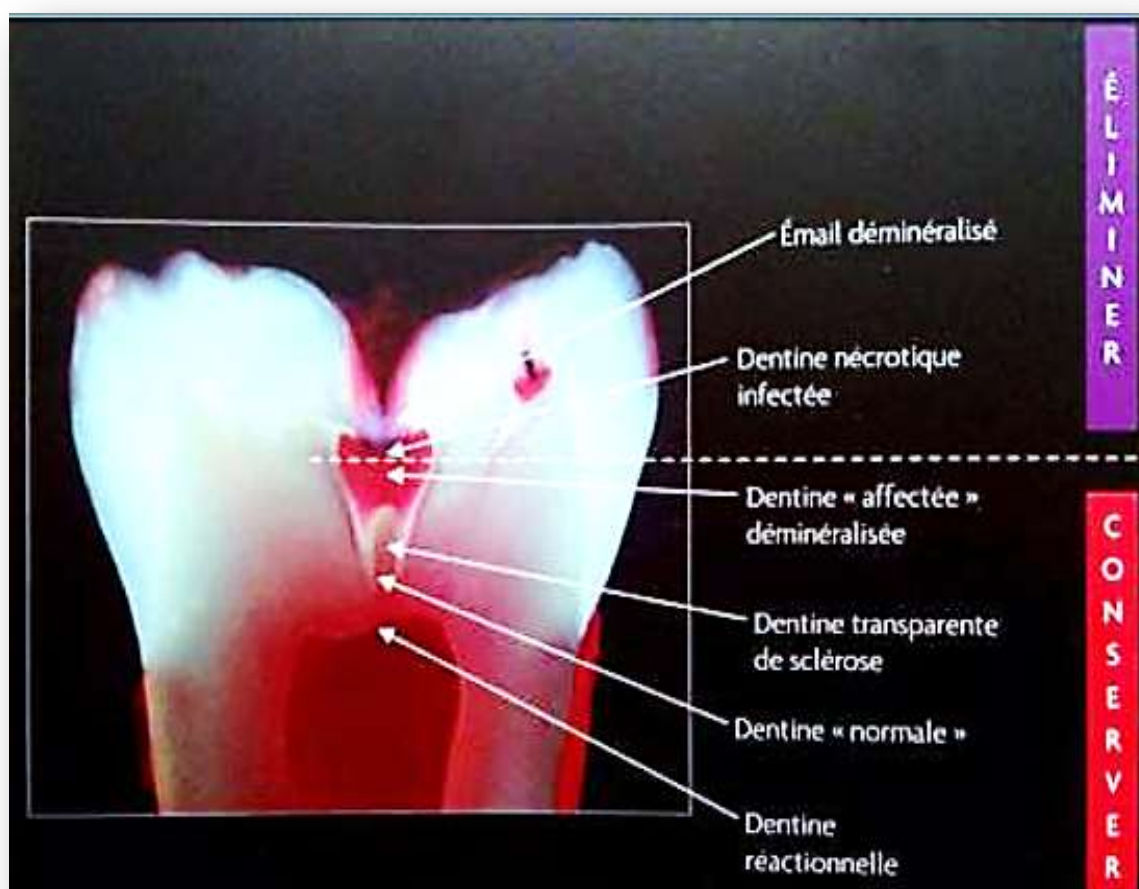
Elle ne prend pas le colorant à condition que le temps d'application soit bref et que les fibres de collagène présentent encore leurs striations transversales.

➤ **Une dentine normale**

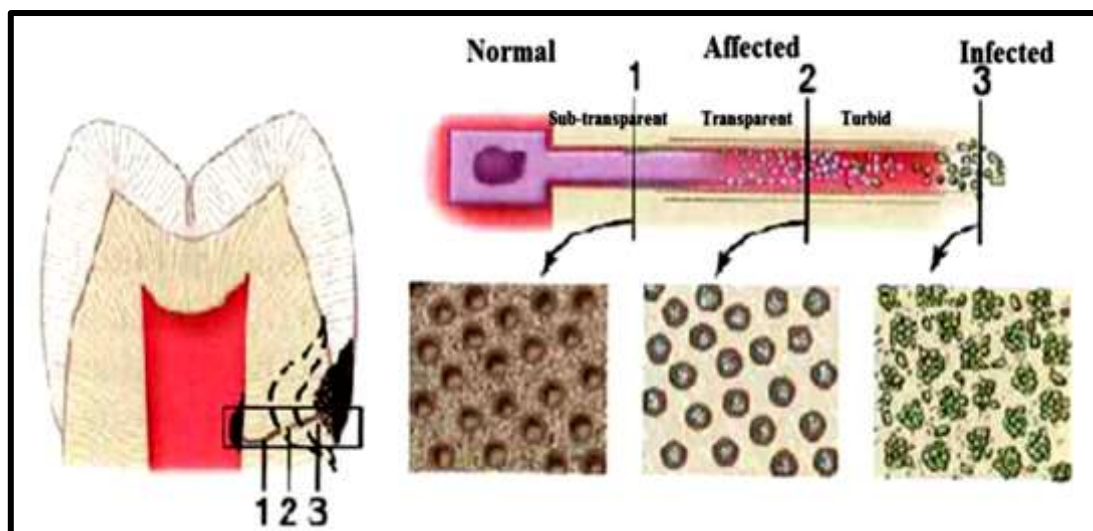
C'est la région la plus profonde de la dentine en dessous d'une lésion carieuse.

Cette couche présente des tubules avec des prolongements odontoblastiques, qui sont lisses et sans cristaux dans leurs lumières.

Il n'y a pas de bactéries présentes dans les tubules de cette couche. La dentine inter-tubulaire présente du collagène à bandes croisées normales et des cristaux d'apatite normaux et denses <sup>[223]</sup>.



**Figure. 2 :** Figuration des différentes couches de la carie et les réactions pulpo-dentaires sous-jacentes (d'après Lasfargues et Colon, 2009).



**Figure. 3 :** Les différents changements dentinaires lors d'un processus carieux. (Sturtevant's Art and Science of Operative Dentistry, Page 61, Chapter 2, 6th Edition).

## 1.4. La formation de dentine tertiaire :

### 1.4.1. Généralités :

Les processus de la dentine tertiaire et de la sclérose tubulaire représentent le mécanisme de réaction défensif de la dent face au processus carieux.

La dentine tertiaire est décrite comme un type de structure dentinaire irrégulière qui se trouve à la périphérie de la chambre pulpaire et déposée dans des sites spécifiques en réaction à des dommages causés par des odontoblastes endommagés ou par le remplacement de cellules de la pulpe <sup>[231,251]</sup>.

Elle comprend deux types :

- \* La dentine réactionnelle.
- \* La dentine de réparation.

### 1.4.2. La dentine réactionnelle et la dentine de réparation.

Dans le cas d'une agression faible à moyenne, avec une progression lente, les odontoblastes primaires vont synthétiser la dentine réactionnelle.

A l'inverse, si la progression est trop rapide, la lésion peut provoquer la mort des odontoblastes primaires.



On observe alors une différenciation des cellules souches pulpaire en néo-odontoblastes qui seront responsables de la sécrétion de dentine réparatrice [72, 188, 223, 268].

### **1.5. Classification ICDAS des lésions carieuses (International Caries Detection and Assessment System).**

L'ICDAS est un système d'évaluation du processus cariogénique en fonction de l'évolution du développement et de la validation des nouveaux concepts et outils.

*L'ICDAS est basé sur des critères visuels.*

Les critères visuels utilisés dans l'ICDAS ont été validés comme étant en étroite relation avec la profondeur histologique des lésions [73, 113].

Les variables ICDAS de détection des lésions carieuses coronaires vont de 0 à 6, selon la sévérité de la lésion.

Le diagnostic de la vitalité pulpaire est une étape essentielle car elle permet un choix raisonné de la thérapeutique à appliquer.

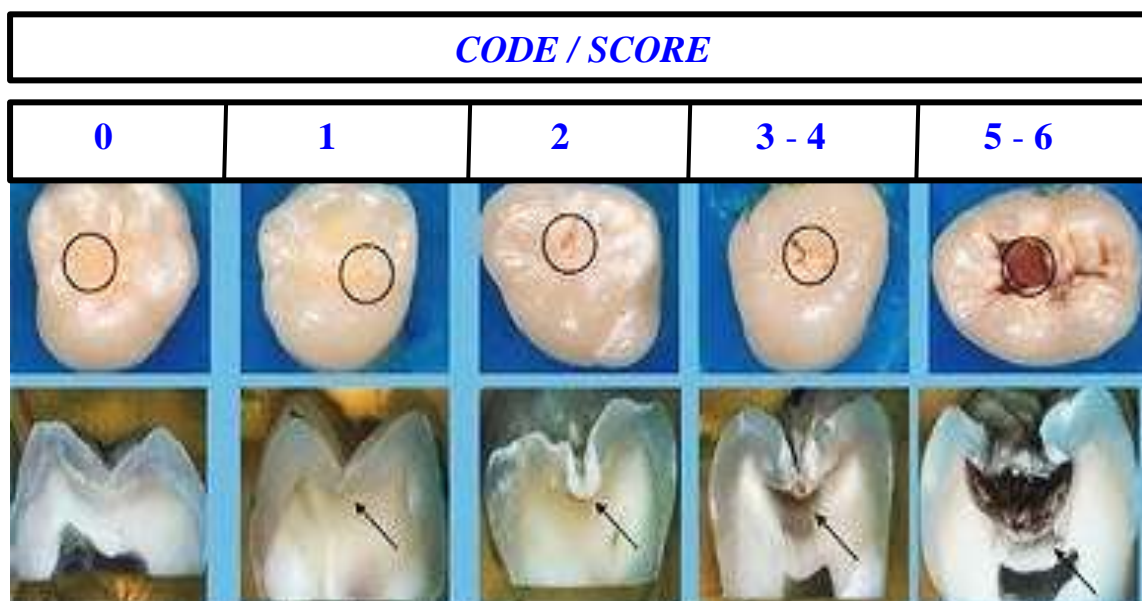
Il constitue une base dans laquelle les nouveaux outils d'évaluation des lésions carieuses pourront être intégrés afin d'aider à la prise de décisions plus précises aussi bien en pratique clinique qu'en recherche clinique et épidémiologique.

Cela implique une démarche logique comprenant une anamnèse, un examen clinique et des examens complémentaires au premier rang desquels se trouve l'imagerie (radiographie) [30, 146, 130, 147].

Il peut exister des variations minimales entre les signes visuels associés à chaque code.

Celles-ci dépendent de nombreux facteurs tels que Les caractéristiques de la face considérée (puits et fissures versus faces lisses libres), la présence ou non d'une dent adjacente ou encore le fait que la lésion carieuse soit associée ou non à une restauration ou un scellement [36, 45, 162].

**CODES ET CLASSIFICATIONS ICDAS**



<i>CODE</i>	<i>DESCRIPTION</i>
<b>0</b>	<i>Face Saine.</i>
<b>1</b>	<i>Premier changement visuel de l'émail visible uniquement après séchage prolongé ou confiné aux puits et fissures.</i>
<b>2</b>	<i>Changement visuel net de l'émail sans séchage.</i>
<b>3</b>	<i>Rupture localisée de l'émail sans signe visuel d'atteinte dentinaire.</i>
<b>4</b>	<i>Zone sombre dans la dentine sous- jacente visible à travers l'émail.</i>
<b>5</b>	<i>Cavité franche et distincte avec dentine exposée.</i>
<b>6</b>	<i>Cavité de grande étendue, extensive avec dentine exposée.</i>

**Figure. 4 :** Classification ICDAS des lésions carieuses.  
(D'après Dr. Andréa Ferreira ZANDONA. University of Indiana)

## 1.6. Nouvelles techniques d'aide au diagnostic

Développées dans le chapitre matériel et méthodes, les techniques basiques (tests thermiques, percussions, pression, radiographie, révélateurs de caries...etc) habituellement utilisées ne seront pas citées intentionnellement dans ce chapitre.

### 1.6.1. Les tests de vitalité pulpaire <sup>[12, 87, 95]</sup>

#### 1.6.1.1. La spectrophotométrie à double longueur d'onde <sup>[120]</sup>

La spectrophotométrie détermine les changements d'oxygénation au niveau des capillaires de la pulpe, elle met en œuvre une double source de lumière.

Elle est utile pour déceler le statut inflammatoire et la nécrose pulpaire.

#### 1.6.1.2. Fluximétrie laser Doppler <sup>[202]</sup>

En dentisterie, le laser Doppler a pour principe l'utilisation d'une technique électro-optique qui détecte la présence ou l'absence de flux sanguin dans la zone étudiée.

Il comprend un faisceau de lumière infrarouge (780-820 nm) ou proche de l'infrarouge (632-638 nm) dirigé sur les tissus par une fibre optique contenue dans une sonde spéciale. La lumière est transmise à travers la dent jusqu'à la pulpe, où elle est diffractée par les cellules en mouvement, puis recaptée par un photo-récepteur situé dans la sonde.

C'est une technique fiable, objective, indolore, non-invasive, de haute précision dont la validité dans l'évaluation de la vitalité pulpaire a été démontrée. Elle possède une meilleure spécificité et sensibilité que les tests thermiques et électriques.

#### 1.6.1.3. L'oxymétrie pulsative

L'oxymétrie de pouls est une technique développée par Takuo Aoyagi au début des années 1970 pour mesurer le taux de saturation du sang artériel en oxygène.

Elle utilise un émetteur composé de 2 diodes qui émettent des lumières rouge (660nm) et infrarouge (900-940nm) ainsi qu'un photorécepteur et un microprocesseur qui mesurent les taux de lumière absorbée.

L'oxyhémoglobine ayant tendance à absorber plus de lumière infra-rouge et inversement pour la désoxyhémoglobine.

L'ordinateur calcule ensuite le taux de saturation du sang en oxygène grâce à des courbes d'absorption pré-enregistrées [230].

Cette méthode non-invasive mesure la circulation pulpaire à travers l'émail et la dentine, indépendamment de la circulation gingivale.

Objective et considérée comme efficace dans la détermination de la vitalité pulpaire elle fournit des résultats fiables, reproductibles et comparables entre deux mesures successives.

### **1.6.2. Aides optiques**

#### **1.6.2.1. Aides optiques directes**

##### **1.6.2.1.1. Microscope opératoire [45, 120]**

Les microscopes opératoires ou stéréo-microscopes sont basés sur la stéréoscopie c'est à dire qu'ils fournissent une image à chaque oeil à l'aide de la tête binoculaire puis le cerveau les assemble afin d'en obtenir une seule.

Ce mécanisme de "fusion binoculaire" procure une perception de relief.

Le microscope permet lui, un grossissement jusqu'à x40 d'une image grâce à l'oculaire.

##### **1.6.2.1.2. Les loupes binoculaires**

#### **Leur classification se fait selon le support**

➤ **Casque:** Les supports casques à appui crânien sont plus encombrants mais ont l'avantage de mieux répartir le poids du système optique et d'accessoires comme l'éclairage [179].

➤ **Lunettes:** Support à appui auriculaire et nasal, elles ont l'avantage d'être peu encombrantes et légères si elles ne sont pas équipées d'accessoires <sup>[217]</sup>.

### 1.6.2.2. Aides optiques indirectes avec images numérisées

➤ **Les cameras intra-orales conventionnelles :** Elles peuvent servir d'aide au diagnostic par leur optimisation de l'éclairage et leur agrandissement de l'image.

Elles ont également une vocation pédagogique envers les patients <sup>[217]</sup>.

#### 1.6.2.2.1. Camera Kavo (DiagnoCam)

Un Laser d'une longueur d'onde 780 nm, éclaire les structures dentaires. Il est combiné à une caméra qui filme la transmission du faisceau laser et affiche en temps réel sur un écran d'ordinateur l'image réceptionnée. Les images obtenues sont enregistrables ce qui permet un suivi longitudinal. Ce système nécessite une évaluation clinique approfondie <sup>[42, 219]</sup>.

#### 1.6.2.2.2. Systèmes optiques utilisant la fluorescence

La fluorescence est une émission lumineuse provoquée par l'excitation d'une molécule immédiatement suivie d'une émission spontanée <sup>[229]</sup>.

Les tissus biologiques exposés à lumière réagissent en l'absorbant, en la dispersant et en réfléchissant des photons. Ces derniers émettent une fluorescence variant selon la composition du tissu irradié et la longueur d'onde. Ainsi, les tissus dentaires émettent une fluorescence <sup>[183]</sup>.

Le système DIAGNO dent® (Kavo) est un laser diode d'une longueur d'onde d'environ 655 nm (rouge) qui détecte des changements dans la structure de la dent en raison de la déminéralisation causée par les bactéries cariogènes <sup>[30, 230]</sup>.

L'intensité de la fluorescence est dépendante de la déminéralisation et de la concentration bactérienne, cette fluorescence ne va pas produire une image, mais

va donner une valeur numérique allant de 0 (minimum de fluorescence) à 99 (maximum de fluorescence) <sup>[183]</sup>.

### 1.6.3. Diagnostic par ultrasons

Technique très récente basée sur l'élasticité des tissus dentaires (ANCEAUX). Ce procédé est basé sur un faisceau d'ondes ultrasonores à haute fréquence dirigées vers la dent. La présence ou non d'une lésion carieuse dépendra de la dispersion des ondes. La courbe de dispersion obtenue est comparée à une courbe de référence. Le dispositif Ultrasonic Caries Detector créé par la société Novadent Ltd est actuellement le dispositif le plus utilisé <sup>[15, 25]</sup>.

### 1.6.4. Détection par luminescence et infrarouge

#### *Canary Système*

La trans-illumination proche de l'infrarouge est un dispositif très récent et toujours en cours de développement <sup>[12]</sup>.

C'est un Laser de faible puissance, il utilise une combinaison de chaleur et de lumière afin d'examiner directement la structure cristalline des dents.

Aussi, la détection de caries par luminescence et infrarouge utilise les propriétés photo-thermiques et lumineuses de la structure dentaire.

## 1.7. Curetage dentinaire et évolutions techniques

Le curetage traditionnel total des tissus cariés dans le traitement des caries profondes peut porter atteinte à l'intégrité de la pulpe et obliger l'opérateur à une succession d'interventions sans fin. L'excavation incomplète de la dentine cariée vient à point pour prévenir à ce risque, et éviter ainsi à des délais de retraitement inutiles <sup>[48, 125, 140, 223, 247, 252]</sup>.

Au début du siècle dernier, Black prônait une éviction carieuse standardisée (stéréotypée) en fonction du site de la carie, ainsi que des extensions prophylactiques aux zones accessibles au brossage dentaire par le patient.

Nous avons pu constater que ces techniques mutilantes ne faisaient qu'engendrer un enchaînement de restaurations toujours plus importantes, jusqu'à la dévitalisation voire l'extraction de la dent. En clinique, lorsque le processus carieux est profond, le curetage de la lésion peut conduire à une exposition pulpaire accidentelle et la perte de la vitalité pulpaire [182, 252, 265].

C'est Boodeker en 1938 qui introduit pour la première fois la technique de Stepwise excavation pour traiter les caries profondes sur dents vivantes sans symptomatologie pulpaire irréversible [202].

Depuis quelques années, une dentisterie moderne dite à minima a vu le jour, elle s'appuie sur le monitoring, l'économie tissulaire et les matériaux adhésifs.

Le processus carieux est mieux compris et mieux cerné.

La prévention et l'hygiène buccodentaire occupent une place de leadership.

Les matériaux et l'instrumentation ayant évolué favorablement (miniaturisation) ; nous sommes en mesure actuellement de proposer des thérapeutiques adaptées à chaque stade de l'évolution carieuse, tout en restant conservateur [25, 190, 216, 218].

Aujourd'hui, plusieurs études randomisées, méta-analyses et registres font état de l'efficacité dans le traitement des lésions carieuses profondes de deux techniques :

\* *La Partial Removal Caries (PRC)*.

\* *La StepWise excavation (SW)*.

Justifiant d'un respect de la vitalité pulpaire évident sur des périodes de recul allant de 10 à 36 mois [69, 211].

### **1.7.1. La « StepWise » (SW) ou Curetage par étape**

Le curetage en deux temps aussi appelé par étape ou « StepWise » est une technique d'excavation carieuse visant à transformer la lésion carieuse active en lésion arrêtée.

C'est une approche plus conservatrice privilégiée dans le cadre de caries profondes (ICDAS 6) où l'éviction de la carie complète ne peut être réalisée sans risques d'effractions pulpaires.

Plusieurs études ont comparé les techniques SW et PRC.

Dans l'étude de LEKSELL et coll. en 1996 <sup>[79, 129, 190]</sup>, une analyse de 127 dents sur 116 patients a été réalisée. La prévalence de l'exposition pulpaire a été évaluée entre le curetage par étapes et une excavation complète directe sur la dent permanente postérieure jeune (patients âgés de 6 à 16 ans).

Il en ressort qu'il y a un nombre significativement supérieur d'expositions pulpaires dans le cas d'un curetage carieux complet en une fois.

Il apparaît donc important de faire un curetage par étape sur les dents permanentes postérieures jeunes afin de préserver la pulpe. De plus, toutes les dents sans exposition pulpaire n'ont pas montré de signes cliniques et radiographiques anormaux lors du dernier contrôle.

Une autre étude, réalisée par HERNANDEZ et MARSHALL en 2014 <sup>[103]</sup>, abonde également dans ce sens.

Il en résulte qu'il y a une réduction à la fois du risque d'exposition pulpaire et de symptômes pulpaires pour les dents traitées en une ou deux étapes d'excavation incomplète.

Ces conclusions sont supputées également par l'étude de SCHWENDICKE et coll. en 2013 <sup>[21, 84, 209, 210]</sup>.

### **1.7.2. La Partial Removal Caries (PRC) ou Curetage partiel**

Le curetage partiel est décrit comme une élimination sélective de la dentine déminéralisée.



Cette méthode doit être privilégiée pour les lésions carieuses profondes afin de préserver l'intégrité de l'organe pulpaire. Le but étant le même que le curetage par étape : conserver la vitalité pulpaire, mais sans ré-intervention pour le retrait du reste de dentine infectée en direction pulpaire.

**\*\* Intérêts du curetage partiel par rapport au curetage par étape :**

Afin d'évaluer l'évolution de la carie sur 32 dents, après un suivi radiographique de 36 à 45 mois, Cochrane conclue qu'aucun changement dans le temps n'a été observé après un curetage incomplet de la dentine cariée suivi d'un coiffage pulpaire indirect.

Une élimination complète de la carie ne serait donc pas essentielle pour le contrôle de la carie.

Une étude randomisée, de Maltz et al en 2013 <sup>[142]</sup> a montré que sur les 299 dents traitées (147 SW, 152PCR) après surveillance clinique et radiologique sur une période de 3 ans, 213 dents ont été contrôlées vitales, avec présence cicatricielle dentinaire.

D'autres études ont montrés des résultats probants dans 91% pour la PCR contre 69% pour la SW <sup>[141, 142]</sup>.

Ces résultats suggère qu'il n'est pas toujours indispensable de temporiser et de ré-ouvrir la cavité pour parfaire le curetage dentinaire initial tant que la pulpe dentaire demeure vivante et qu'il y ait absence de signes d'appel <sup>[214, 229]</sup>.

L'étude de Tahani Rashad Jamal réalisée dans une université saoudienne de renom (Umm Al-Quraa) dans laquelle 35 dents présentant des atteintes profondes ont été traitées par la Stepwise excavation (sachant que l'âge des patients était compris entre 13 et 25 ans) n'ont présenté ni un épisode de douleurs spontanées ni des signes de périodontite aigue.

Cette étude a confirmé l'efficacité de la technique et a réduit de 93% le risque d'exposition pulpaire <sup>[80, 183, 213]</sup>.

Une autre approche, réalisée cette fois-ci au Brésil au sein des services de santé publique fait ressortir que : 299 malades dont la première molaire définitive est atteinte de carie profonde mais indemne de signes d'atteinte pulpaire et parodontale ont été traités en usant des deux techniques citées précédemment (146 SW, 153 PRC).

Les résultats obtenus, sont presque identiques aux deux premières expériences (86%) [41, 117, 208].

Dans une étude, Librarian (CY) [174] avec un groupe de partisans de la technique (SW, PCR) s'étalant entre 1970 et 2008, conclue que la StepWise peut être indiquée dans les cas extrêmes d'atteintes dentinaires profondes chaque fois qu'il y a absence de symptomatologie clinique pulpaire irréversible.

La littérature fait ressortir que le management des lésions dentinaires profondes a été farouchement rediscuté (Magnusson et Sundell, 1977<sup>[137]</sup> ; Leksel et al, 1996<sup>[129]</sup> ; Bjorndal et al, 1997<sup>[36]</sup> ; Bjorndal et Thylstrup, 1998<sup>[39]</sup> ; Weerheijm et al, 1999<sup>[242]</sup>, Maltz et al, 2002<sup>[140]</sup> ; Paddick et al, 2005<sup>[173]</sup> ; Pinto et al, 2006<sup>[185]</sup> ; Rickettes et al, 2006<sup>[199]</sup>).

Leurs publications, abordent avec maintes controverses différents thèmes sur le sujet, comme entre autres ; les critères liés à l'instrumentation adaptée à ce type de curetage, les limites du curetage lui-même dans la dentine atteinte et les interactions entre la pulpe et le tissu déminéralisé laissé en place à son contact [176, 185, 242].

L'évolution de nos connaissances actuelles en sciences fondamentales telles que l'histo-physiologie des tissus dentaires, la cariologie, la microbiologie, la biophysique, la chimie ; tout comme les protocoles de mise en œuvre des concepts de préparation cavitaire et des biomatériaux, nous permettent la substitution d'une odontologie opératoire exclusivement chirurgicale à une odontologie restauratrice purement conservatrice et préventive.

Les concepts de la dentisterie peuvent être reconsidérés en faisant appel à une refonte se basant sur :

- \* La pratique d'une dentisterie préservatrice non invasive.
- \* L'évolution des concepts de mise en forme cavitaire axés sur des principes biologiques (préservation maximale des tissus).
- \* L'utilisation de biomatériaux de nouvelle génération.

Black GV a même assimilé le terme de préparation cavitaire au traitement mécanique de la dentine infectée produite dans la lésion carieuse en rajustant les parois cavitaire en fonction du matériau de restauration <sup>[83, 160]</sup>.

Le coiffage tel qu'il est défini par le Collège National des Enseignants en odontologie conservatrice (CNEOC) consiste à recouvrir les tissus pulpo-dentaires par un biomatériau au contact d'une plaie pulpaire (coiffage direct) ou de la dentine (coiffage indirect) pour obtenir la cicatrisation dentino-pulpaire et/ou l'oblitération de la pulpe exposée par un pont dentinaire néo-formé, sans risque pour la vitalité de la dent <sup>[177, 248]</sup>.

Ce sont des procédés chirurgicaux, invasifs, portant sur l'ensemble pulpo-dentaire afin qu'une pulpe enflammée puisse retrouver une structure normale et une vie saine en vue de remplir régulièrement et pleinement ses fonctions naturelles : en particulier la dentinogénèse <sup>[19, 187]</sup>.

Il est admis que le coiffage pulpaire indirect est également indiqué lors de caries **avancées** où la pulpe est **réversiblement** atteinte avec la présence d'une symptomatologie spécifique (Le signe pathognomonique étant la présence d'une douleur au test à la pression qui se prolonge après l'arrêt du stimulus) <sup>[263]</sup>.

Cochrane conclut qu'il y aurait 77% de réduction d'exposition pulpaire lors d'un curetage partiel par rapport à un curetage complet.

Le groupe d'étude Cochrane met en évidence qu'il n'y a pas de différences sur les symptômes pulpaires post-opératoires et sur la pérennité de la restauration entre un curetage complet et un curetage partiel.

En 2016, Hoefler <sup>[108]</sup>, dans le cadre du curetage partiel et du curetage par étape a mis en évidence une différence en ce qui concerne le maintien de la vitalité pulpaire :

Sur une période de 03 ans, ce maintien de la vitalité est de 96% dans le cadre d'une excavation partielle de la carie et de 88% pour un curetage par étapes.

Il est important de souligner que le risque de provoquer une effraction pulpaire lors du nettoyage carieux est plus faible avec un curetage partiel qu'avec un curetage par étape <sup>[264]</sup>.

Même si tous les paramètres provenant d'essais cliniques randomisés favorisent de manière significative l'approche par étapes comme traitement prévisible et fiable pour les lésions carieuses profondes bien définies, situées dans le dernier quart de la dentine juxta-pulpaire, la quasi-totalité des références actuelles s'accordent à dire que le nombre d'études et le niveau de preuves sont actuellement insuffisants pour infirmer ou confirmer définitivement de l'avantage du curetage partiel.

Dans cette technique en deux étapes, le tissu carié est retiré de la périphérie de la lésion jusqu'à ce qu'il ne reste que peu de dentine (contaminée par des bactéries) à proximité du plafond pulpaire.

Du tissu carié est scellé sous une obturation provisoire lors de la première visite.

Après quelques mois, il est réalisé une ré-intervention avec élimination du tissu carieux résiduel, suivie d'une restauration définitive.

Plusieurs essais cliniques ont été réalisés avec des taux de réussite allant de 60% à 88% sur des périodes de suivi s'étalant sur 5 ans <sup>[86, 139, 146, 152, 157, 194, 207]</sup>.

Finalement, selon la revue de littérature, nous remarquons que l'approche d'une ablation partielle de la dentine cariée est hautement recommandée (qu'elle soit en une ou deux étapes) au détriment d'une l'exérèse non sélective de la dentine carieuse dans les lésions profondes.

Cependant, les données récentes comparant PRC et SW lors des approches thérapeutiques des lésions profondes sont rares.

Actuellement, trois essais comparant SE et SW sont en cours <sup>[75]</sup> :

- Un essai sur un nombre de cas conséquent est mené dans une population brésilienne sur les dents permanentes,
- Un autre essai avec un échantillonnage plus petit plus petit concernant les dents primaires chez des enfants allemands,
- Un troisième essai sur les dents primaires et permanentes en Turquie.

*En Algérie les techniques SW et PRC restent méconnues, les travaux scientifiques y sont rares voire inexistant.*

# **Chapitre 2.**

## **Caries profondes et traitement**

## Qu'est- ce qu'une lésion carieuse profonde ?

Selon Bjorndal <sup>[33]</sup>, « La lésion carieuse profonde a été définie comme une lésion dont la profondeur de pénétration est de l'ordre des trois quarts de l'épaisseur totale de la dentine ou parfois plus lorsqu'elle est évaluée sur une radiographie », IDCAS: 5,6. (Fig. 5).

En outre, l'élimination de ce type de lésion carieuse présente des risques potentiels d'exposition de la pulpe.

Par conséquent, le choix d'un traitement approprié est crucial pour éviter la perte de vitalité dentaire <sup>[28, 33, 37, 67, 93, 101, 103]</sup>.



**Figure. 5 :** Lésion carieuse profonde (Molaire immature).Aspect radiologique -Calibrage  
(H.M.R.U.Constantine. Iconographie : FELLAHI S, SID R)

Le complexe pulpo-dentinaire est un organe unique capable de s'adapter et de répondre à une multitude de stimuli.

La dentine et la pulpe réagissent de façon interdépendante aux influences de l'environnement <sup>[57]</sup>.

Selon Mjör et al. 2002 <sup>[137]</sup>, tout ce qui affecte la dentine se répercute au niveau de la pulpe et vice versa.

De nos jours, la perméabilité dentinaire est un facteur évident et inévitable. Ce facteur devra être pris en ligne de compte dans les procédures thérapeutiques, car toute intervention sur la dent s'accompagnera obligatoirement d'une agression au niveau du tissu pulpaire.

Dès la première agression la dent va entrer dans un gradient de dégradation. Le diagramme ci-dessous représente le gradient de dégradation de la dent. Il récapitule les différents stades d'inflammation et de lésion ainsi que les thérapeutiques correspondantes <sup>[131, 237]</sup>.

En effet, la démarche thérapeutique entreprise par le praticien va dépendre de l'évaluation de l'état pulpaire : on parle du bilan biologique pulpaire ou gradient thérapeutique <sup>[237]</sup>.

Afin d'éviter d'inscrire la dent dans un gradient de dégradation, des techniques ultraconservatrices ont été développées <sup>[127, 138, 145, 174]</sup>.

Elles s'inscrivent dans une dentisterie moderne, qui respecte les principes du gradient thérapeutique.

Il est universellement admis qu'une dent vivante conserve son intégrité apicale, son pouvoir dentino-génétique, mais également son signal d'alarme en cas de nouvelle lésion.

\* Lors de la progression de la carie, le front de déminéralisation devance l'invasion bactérienne.

On différencie alors la dentine infectée de la dentine affectée <sup>[212, 225, 250, 256]</sup>.

\* La libération des molécules séquestrées dans la matrice extracellulaire lors de la déminéralisation joue un rôle important dans le processus de cicatrisation.

\* Afin d'opter pour la thérapeutique la plus adaptée, il est indispensable de réaliser le bilan biologique pulpaire <sup>[159]</sup>.



Les connaissances en termes de biologie pulpaire et de biomatériaux sont donc devenues indispensables pour maîtriser les techniques de conservation de la vitalité pulpaire.

Elles doivent être appliquées dans des conditions histo-pathologiques précises, d'où l'importance de la réalisation du bilan biologique pulpaire.

Depuis plus de 50 ans, indépendamment l'un de l'autre, Fusayama et Massler ont démontré, que la dentine cariée peut être divisée en deux couches <sup>[94, 95, 148]</sup> : Une couche externe de dentine infectée et une couche plus profonde de dentine affectée.

La première est molle, envahie de bactéries, insensible et ne pouvant être reminéralisée d'où l'appellation « dentine ramollie ».

La seconde est plus dure car elle est plus minéralisée, présente un faible taux d'atteinte et une colonisation bactérienne moindre.

Elle peut être reminéralisée.

Dans un souci d'économie tissulaire, il est important d'utiliser des systèmes d'éviction carieuse les plus conservateurs possibles de cette zone affectée <sup>[110]</sup>.

Le système d'éviction carieuse idéal doit présenter un certain nombre de critères pour satisfaire à la fois le praticien et le patient :

- Confort et facilité d'utilisation dans des conditions cliniques,
- Eviction carieuse,
- Etre non douloureux,
- Ne pas générer de vibrations ou de bruits durant la préparation,
- Etre abordable et facile d'entretien.

Malheureusement, à ce jour aucun système ne réunit tous ces critères (Banerjee et coll., 2000) <sup>[24]</sup>.

## 2.1. Les Techniques d'évictions carieuses

### 2.1.1. Colorants révélateurs de caries

#### 2.1.1.1 Fuchsine basique dans une base de propylène glycol

L'un des premiers colorants révélateurs de caries était basé sur une solution de 0,5% de fuchsine basique dans du propylène glycol et prétendait colorer exclusivement la couche carieuse supérieure, irréversiblement détruite. Le mécanisme de cette coloration se fait par la dénaturation irréversible du collagène de la dentine infectée par les caries. La différence de colorabilité a été attribuée aux différences du degré de minéralisation dans la lésion carieuse et est spécifique aux fibrilles de collagènes dénaturées.

*Malheureusement*, outre les effets cancérogènes possibles de la fuchsine par administration intra-orale <sup>[167]</sup>, les études cliniques et laboratoires ont montré que l'étendue de la dentine excavée par la méthode guidée par la fuchsine était supérieure à celle de la dentine déminéralisée <sup>[208]</sup>.

#### 2.1.1.2 Rouge-Acide dans la base de propylène glycol

Comme alternative à la fuchsine, une évaluation microbiologique a démontré qu'une solution à 1% de rouge-acide pouvait entraîner une coloration de la dentine cliniquement jugée «saine», avec un faux diagnostic positif de 30% de caries résiduelles <sup>[211]</sup>.

Après imprégnation de la dentine au rouge-acide, nous obtenons une coloration de la dentine infectée et cariée.

La dentine saine tout comme la dentine non infectée reminéralisée ne retient pas cette coloration.

Cette coloration sert en particulier à la détection des restes de tissus cariés infectés après élimination de la carie visible à l'œil nu.

La version bleue du colorant a été introduite pour faciliter l'identification des caries dans les cavités fortement colorées, où la couleur rouge est plus difficile à différencier <sup>[167]</sup>.

### **2.1.2. L'éviction carieuse : Les techniques conventionnelles**

Sur le plan thérapeutique, la prise en charge des lésions dentinaires est traditionnellement basée sur des protocoles opératoires privilégiant l'exérèse complète en un temps des tissus lésés par le processus carieux [96].

Lors de l'éviction carieuse, dans les lésions profondes, il a été relevé bon nombre d'effractions pulpaire ; entraînant la dent dans une spirale thérapeutique de plus en plus invasive, allant même jusqu'à la dépulpaion [31, 53, 228].

Pour pallier à ces échecs, deux techniques d'excavation ont été mise en avant [34, 45, 83, 103, 105, 109, 112, 130, 140, 141, 145, 170, 200, 241, 249, 255].

- L'excavation en 2 étapes (EC-2) ou StepWise excavation [38, 101, 102, 157].
- L'excavation partielle (EP) [67, 93, 204].

#### **2.1.2.1. L'éviction manuelle**

C'est historiquement la première méthode à avoir été utilisée [196].

Elle est réalisée à l'aide d'excavateurs, disponibles sous différents profils.

Ils peuvent présenter néanmoins des caractéristiques communes telles qu'une forme contre coudée et la présence d'un bord tranchant incurvé à leurs extrémités [115].

Les excavateurs, se différencient de par leurs degrés d'angulations entre le manche et la tige, et entre la tige et la lame, ainsi que par la longueur de leur extrémité.

Ces variantes permettent un accès à la zone cariée quelle que soit la configuration de la cavité. De plus, pour augmenter leur efficacité, les excavateurs présentent des lames à orientations inverses de chaque côté du manche.

D'après Banerjee et coll. (2000) [23], la surface dentinaire après passage des excavateurs apparaît rugueuse avec quelques *tubuli* dentinaires ouverts.

À un grossissement plus important, il est possible de voir une présence importante de *smear layer*.

**L'éviction manuelle, permet** une grande finesse tactile et assure une excavation complète de la dentine déminéralisée [124, 127, 160].

### 2.1.2.2. L'éviction par instrumentation rotative

Le curetage mécanique se fait à l'aide de fraises montées sur contre-angle, qui lui-même est relié à un micromoteur.

Le principe d'action des fraises est l'élimination des tissus par abrasion, dans le cas de fraises diamantées, ou par coupe, dans le cas de fraises à lames multiples [60].

Étant donné la grande diversité des fraises existantes, selon Naute (2014) [166], l'organisation internationale des références a créé la norme ISO (*International Standardization Organization*) afin de classer simplement ces dernières.

Toute l'instrumentation rotative (Turbines, Contre-angles bague bleue - verte ou rouge) peut être munie d'un ou double spray air/eau et d'un système d'éclairage par fibre optique.

#### 2.1.2.2.1. Les systèmes à rotation directe par air

##### ➤ *Les Turbines* [125, 126, 127]

Rapides, efficaces et silencieuses, elles sont reconnaissables à leur sifflement caractéristique et tournent à grande vitesse, de 200 000 à 450 000 trs/mn.

Il n'y a pas de mécanismes d'engrenage. La rotation est assurée par l'action de l'air comprimé (2,5 à 3 bars) sur des galets (métal ou céramique). De ce fait, nous avons une diminution des vibrations et une meilleure finesse tactile car l'instrument est mieux centré. Cela permet donc un travail plus précis, plus rapide mais aussi plus agréable pour le praticien comme pour le patient.

Elles permettent des travaux de précisions et sont obligatoirement utilisées avec un spray air/eau associés pour diminuer l'élévation de température liée à la vitesse de rotation et de coupe.

#### **2.1.2.2.2. Les systèmes à rotation nécessitant un micro-moteur**

##### **➤ Les Micromoteurs**

Ils peuvent être à air ou électrique.

De par la stabilité du courant électrique, les micromoteurs électriques, ont une meilleure stabilité de la vitesse de rotation. Ils sont moins bruyants que les micromoteurs à air. Vitesse de rotation de 60 à 40 000 trs/mn.

De plus, leurs possibilités de réglage sont plus larges car nous pouvons modifier aussi bien le couple que la vitesse.

Les micromoteurs à air sont eux, dépendants de la quantité et de la pression d'air apportée en cours de travail. La vitesse de rotation peut donc ne pas être stable au cours des différentes étapes de nos traitements.

La plage des vitesses de rotation s'étend de 60 à 40 000 trs/mn.

##### **➤ Les contre-angles** <sup>[160, 161]</sup>

Ce sont des instruments rotatifs à vitesses variables en fonction de leur coefficient multiplicateur encore appelé coefficient de transmission.

Ils peuvent être équipés d'un spray et d'une lumière afin d'arroser pour refroidir, nettoyer les structures dentaires, lieux de fraisage et éclairer la zone de travail.

Ils permettent de tailler précisément et en économisant le tissu dentaire des dents atteintes de carie.

Par contre, en raison de leurs mécanismes par engrenage, et du mode d'accrochage de la fraise (col à gorge), ils engendrent des vibrations très désagréables et sources de douleurs pour le patient.

La vitesse de rotation varie de 0 à 1 000 tours/minutes pour les contres angles bagues vertes (coefficient.5:1), de 0 à 30 000 tours/minutes pour les contre angle bague bleu (coefficient.1:1).

Elle est de 0 à 300 000 tours/minutes pour les contres angles bagues rouges (coefficient.1:5) qui utilisent des fraises pour turbine.

### **2.1.2.2.3. Les Fraises <sup>[258]</sup>**

Au vu de la multitude des fraises existantes sur le marché et de leur spécificités, l'ISO (International Standard Organisation) a créé la norme ISO 6360.

Les caractéristiques de ces fraises seront donc identifiées et classifiées selon un code à 15 chiffres représentant la nature du matériau, la forme de leur col, leur longueur, leur forme, leur dimension et le type de finition de leur partie travaillante [125].

Les parties travaillantes de ces fraises existent sous différentes formes : boules, flammes, olives, losangiques, fissures à bout plat ou rond, mais aussi cylindriques, ou encore en forme de cône renversé.

Le principe d'action des fraises est l'élimination des tissus soit par abrasion avec les fraises diamantées, soit par exérèse avec les fraises à lames.

#### **2.1.2.2.3.1. Nature de la partie travaillante des fraises**

##### **En Acier**

Elles sont apparues en même temps que les premiers instruments rotatifs, c'est à dire il y a environ 1 siècle.

Elles doivent être utilisées à des vitesses de rotation réduites, environ 5000 trs /mn.

La plupart du temps, elles ont 8 bords tranchants et la particularité d'avoir un angle de coupe positif ce qui facilite l'éviction et l'élimination des tissus cariés.

Cependant, cette conception les rend plus fragiles et sans effets sur l'émail.

Leur principal inconvénient est donc qu'elles sont moins résistantes que celles en carbure de tungstène ; en revanche leur coût est moins élevé.

### **En Carbure de Tungstène**

Leur efficacité de coupe, dépend de leur géométrie de coupe : C'est à dire du nombre des bords tranchants et de leurs angles de coupes.

Plus le nombre des bords tranchants augmentent plus la fraise travaille en finesse [62, 160, 258].

### **Diamantées**

Les fraises diamantées éliminent le tissu carieux par abrasion.

Il existe de nombreuses granulométries allant de grains de 4 à 195 µm.

Elles sont généralement montées sur turbine ou contre angle à bague rouge [160, 161].

### **En Céramiques**

Depuis plusieurs années, des fraises en céramique sont apparues sur le marché. Elles présentent bien des avantages par rapport aux fraises classiques, mais elles ne peuvent en rien les substituer.

Ces fraises sont, pour la plupart, composées de céramique Zircone alliée à l'oxyde d'alumine.

Les propriétés qui en découlent sont donc une meilleure résistance à l'usure, à la compression, à l'agressivité des produits chimiques et une plus grande dureté.

Mais, en contrepartie, elles sont plus fragiles.

Leur principal inconvénient est qu'elles sont inefficaces sur l'émail.

Leur couleur blanche permet de bien les différencier le tissu sain et carié [62].

### **En Polymères**

Fabriquées à partir d'un polymère de polyamide/imide. Comme les fraises céramiques, elles sont plus dures que la couche de dentine cariée infectée mais moins dure que la couche de dentine affectée (non infiltrée) et elles s'émoussent à son contact.

Elles sont donc utilisées dans le cas des caries profondes et juxta-pulpaire.

Elles permettront d'éviter les effractions pulpaires grâce à une excavation sélective c'est à dire que seule la partie infiltrée de la dentine cariée est éliminée. Elles sont à usage unique. Montées sur contre-angle, il est recommandé de les utiliser à faible vitesse allant de 2 000 à 8 000 tours/minute [62, 63].

### 2.1.3. L'éviction carieuse : Les techniques Alternatives [166, 167]

Non utilisées dans notre recherche, nous nous proposons juste une citation des différentes alternatives mises à notre disposition pour l'éviction des tissus cariés. Elles peuvent faire appel à deux alternatives :

*Les Systèmes chémo-mécaniques à base d'hypochlorite de sodium tels que :*

- **Caridex** [64, 175, 243]
- **Carisolv** [64, 128, 175, 226, 243]
- **Les systèmes d'éviction enzymatique** [06, 189]

*Les systèmes physico-mécaniques :*

- **L'Air abrasion** [24, 134, 167]
- **La Sono-abrasion et l'Ultra-sono-abrasion** [15, 96, 122, 253]
- **Les LASERS** [30, 61, 63]
- **La Carie Excavation assistée par fluorescence ("FACE")** [125, 166, 180] :

## 2.2. Les matériaux de protection de l'organe pulpaire

### 2.2.1. Matériau de protection pulpaire "idéal" [124]

Utilisés afin de préserver la vitalité pulpaire, les matériaux de protection pulpaire doivent répondre à un certains nombres de critères.

Restant persuadés que le matériau « idéal » n'existe pas, **Koubi et coll.** [121] en 2013 ont établi et proposé les critères suivants :

- Biocompatibilité.
- Etanchéité marginale.
- Résistance mécanique.



- Effet bactériostatique.
- Mise en place aisée.
- Stabilité dimensionnelle durant la prise.
- Compatibilité avec les systèmes d'adhésion et de restauration.

Lors de nos thérapeutiques, on optera donc pour un biomatériau non toxique, non allergène, qui aura un pouvoir anti-inflammatoire et antibactérien et qui pourra induire la formation de dentine tertiaire <sup>[05]</sup>.

Parmi les différents matériaux mis à notre disposition, on va particulièrement s'intéresser à l'hydroxyde de calcium, au MTA et à la Biodentine.

#### **2.2.1.1. L'hydroxyde de calcium**

L'hydroxyde de calcium, blanc et inodore, est caractérisé par son pH élevé qui varie entre 12,5 et 12,8. Il possède une solubilité faible.

L'hydroxyde de calcium connaît une dissociation ionique selon la formule  $\text{Ca}(\text{OH})_2 \Rightarrow$  libérant des ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{OH}^-$ , (Fava et Saunders 1999) <sup>[85]</sup>.

Ces ions vont favoriser la production et la minéralisation des tissus durs, et auront une action hémostatique et anti-inflammatoire.

Les ions  $\text{OH}^-$  vont permettre également d'alcaliniser le milieu et avoir ainsi une forte action antibactérienne.

L'hydroxyde de calcium va permettre la formation de dentine tertiaire.

De plus son pH élevé va provoquer des nécroses à l'origine de calcifications intra-pulpaire <sup>[83, 123]</sup>.

##### **2.2.1.1.1. Propriétés physico-chimiques**

C'est cette réaction qui va conférer à l'hydroxyde de calcium ses propriétés : les ions  $\text{Ca}^{2+}$  vont favoriser la production et la minéralisation des tissus durs, et avoir une action hémostatique et anti-inflammatoire.

Les ions OH<sup>-</sup> vont alcaliniser le milieu et avoir ainsi une forte action antibactérienne (Graham et coll. 2006)<sup>[98]</sup>. Son pH est élevé, de 12,5 à 12,8.

#### **2.2.1.1.2. Mode d'action de l'hydroxyde de calcium**

Au contact des tissus de la pulpe vitale, l'hydroxyde de calcium contribue à la formation de dentine de cicatrisation, une variante particulière de la dentine tertiaire. D'après **Duda et Dammaschke** (2008)<sup>[71]</sup>, il a été montré que l'hydroxyde de calcium favorisait la différenciation des odontoblastes et des néo-odontoblastes, lesquels vont former un pont de tissu dur dans la pulpe.

De plus, l'hydroxyde de calcium à faible concentration induit la prolifération des fibroblastes pulpaire.

Cet effet est en rapport avec le caractère alcalin du matériau : au contact de la pulpe, il induit une nécrose de coagulation du tissu pulpaire (escarres).

Le tissu vivant sous-jacent va alors réagir et initier une cicatrisation qui va se dérouler en 9 à 14 jours. Elle comprend différentes étapes : une résorption du caillot, une prolifération de fibroblastes, une stratification de l'interface avec le matériau, et une différenciation des cellules mésenchymateuses sous-jacentes en néo-odontoblastes, pour aboutir à la néo-formation d'une matrice dentinaire (Duda et Dammaschke 2008)<sup>[71]</sup>.

#### **2.2.1.1.3. Inconvénients**

L'hydroxyde de calcium présente une faible adhésion à la dentine, une instabilité mécanique et une résorption persistante après sa mise en place (Cox et coll. 1996)<sup>[60]</sup> dues à la dissociation ionique citée précédemment.

Cette dissolution progressive amène donc à une perte d'étanchéité, et une diminution de la stabilité de la restauration sus-jacente. Le pH élevé (12,5) des suspensions d'hydroxyde de calcium occasionne des nécroses par liquéfaction à la surface des tissus pulpaire (Duda et Dammaschke 2008)<sup>[71]</sup>.

### **2.2.1.2. Le M.T.A**

Le MTA est composé à 75% de ciment de Portland contenant lui-même entre-autres des silicates di-calciques et tricalciques.

Le temps de travail du MTA est d'environ 5 minutes et le temps de prise total de 2h30 à 4h (Hilton et al. 2013<sup>[47]</sup>).

Le pH initial est de 10,2 et monté jusqu'à 12,5 ce qui lui confère comme pour l'hydroxyde de calcium des propriétés antibactériennes (Camilleri and Pitt Ford, 2006)<sup>[47]</sup>.

Le MTA est radio-opaque, il présente une bonne résistance à la compression, il est insoluble après sa prise (Camilleri and Pitt Ford, 2006)<sup>[47]</sup> et son étanchéité est excellente (Pereira et al. 2004)<sup>[178]</sup>.

D'un point de vue biocompatibilité, Keiser et coll. en 2000<sup>[116]</sup> ont montré que le MTA présente une toxicité faible et qu'il induit une adhérence et une croissance cellulaire ainsi qu'une augmentation de la production de phosphatase alcaline, d'ostéo-calcine et d'interleukines 6 et 8.

D'après Roberts et coll. en 2008<sup>[201]</sup>, le MTA est un matériau de choix pour la protection et la guérison pulpaire.

Le MTA va libérer des ions calcium et hydroxydes qui vont former des cristaux d'hydroxyapatite à la surface après contact avec des liquides contenant des phosphates tels que les fluides corporels (Gandolfi et al. 2011<sup>[97]</sup>). Ces cristaux vont permettre d'assurer l'étanchéité du joint MTA-dentine (Chang, 2012)<sup>[51]</sup>.

Pour résumer le MTA présente les mêmes propriétés de stimulation de la dentine tertiaire que l'hydroxyde de calcium mais sans ses principaux inconvénients.

De plus, la qualité du pont dentinaire induit par le MTA serait supérieure à celle induite par l'hydroxyde de calcium de par son épaisseur, la structure de ses tubuli mais aussi de par sa reproductibilité (Caicedo et al. 2006)<sup>[46]</sup>.

#### 2.2.1.2.1. *Propriétés physico-chimiques*

Le pH initial du mélange est de 10,2 et s'élève au bout de trois heures à 12,5.

Ce pH lui confère des propriétés histologiques et biologiques similaires à l'hydroxyde de calcium (Camilleri 2006) <sup>[47]</sup>.

Sa résistance à la compression est de 40 MPa à 24h et augmente jusqu'à atteindre 67 MPa à 21 jours (Schönenberger 2004) <sup>[206]</sup>.

Le MTA est radio-opaque et sa susceptibilité en milieu aqueux est faible : d'après une étude de **Formosa et coll (2012)** <sup>[90]</sup>, la production d'hydroxyde de calcium et de phosphates de calcium serait même augmentée par le contact avec une stimulation de fluide corporel (*Hank's balanced salt solution* : HBSS).

Il est Insoluble après la prise (Camilleri et Pitt-Ford 2006) <sup>[47]</sup> et présente une étanchéité excellente. La faible dissolution du MTA est due à structure composée de silicates di et tricalciques lui assurant une bonne stabilité dans le temps malgré le relargage d'hydroxyde de calcium.

Placé en culture cellulaire, le MTA a une toxicité minimale et induit une adhérence et une croissance cellulaire à son contact, ainsi qu'une augmentation de la production de phosphatase alcaline, d'ostéo-calcine et d'inter-leukines 6 et 8.

#### 2.2.1.2.2. *Mode d'action :*

Les ciments aux silicates de calcium, tels que le MTA, provoquent une hydratation des molécules d'hydrates de calcium-silicate (CSH) et de l'hydroxyde de calcium [Ca(OH)<sub>2</sub>] va être formé. Une partie de cet hydroxyde de calcium va alors interagir avec les ions phosphates des fluides corporels pour former des cristaux d'hydroxyapatite qui vont assurer l'étanchéité du joint MTA-dentine en se plaçant dans l'interface entre les deux surfaces (Chang 2012) <sup>[51]</sup>.

De plus, le MTA est mécaniquement plus résistant, et moins soluble que l'hydroxyde de calcium (Hachmeister et coll 2002) <sup>[100]</sup>.

### 2.2.1.3. La Biodentine :

La Biodentine est également un ciment composé de silicate tricalcique.

Il contient aussi du carbonate de calcium et de l'oxyde de zirconium.

Comme pour le MTA, on aura une formation de cristaux d'hydroxyapatite.

D'après Koubi en 2013<sup>[121]</sup>, la bio-compatibilité de la Biodentine est excellente.

En 2012, Kokate et Pawar<sup>[119]</sup> ont comparé le hiatus observé avec le MTA, la Biodentine et le CVI .

Malgré de très bons résultats pour les 3 matériaux, c'est la Biodentine qui présente la meilleure étanchéité. Son pH alcalin lui confère également des propriétés antibactériennes (Formosa et al, 2012)<sup>[90,91]</sup>.

Les dernières études lui attribuent des résultats prometteurs en ce qui concerne ses effets biologiques de régulation des facteurs de croissance et la différenciation des cellules pulpaire en odontoblastes.

L'induction d'une bio-minéralisation et l'édification d'un pont dentinaire ont également été démontrés chez le rat par Tran et coll. en 2012<sup>[236]</sup>.

La réaction de prise ressemble à celle du MTA : on a une hydratation du silicate tricalcique pour former un gel calcium-silicate, et de l'hydroxyde de calcium.

Au contact d'ions phosphates, on observe une précipitation et la formation de cristaux d'hydroxyapatites.

#### 2.2.1.3.1. *Propriétés physico-chimiques:*

D'après Koubi et coll (2013)<sup>[121]</sup>, la Biodentine a une telle stabilité dimensionnelle durant la prise que l'étanchéité marginale est optimale, sa résistance mécanique est suffisante pour des indications comme substitut dentinaire dans les techniques sandwichs ouverts ou fermés ainsi que dans les restaurations coronaires pour une temporisation pouvant atteindre jusqu'à 6 mois.

Elle est donc tout indiquée pour la protection dentino-pulpaire même en cas d'effraction pulpaire, voire de pulpotomie (Villat et coll 2013)<sup>[240]</sup>.

Son étanchéité marginale est optimale.

Son pH après hydratation est alcalin lui conférant des propriétés antibactériennes (Formosa et coll. 2012) <sup>[86]</sup>.

**2.2.1.3. 2. Mode d'action**

Ses effets biologiques résident dans la régulation des facteurs de croissance, la différenciation des cellules pulpaire en odontoblastes, l'induction d'une bio-minéralisation et l'édification d'un pont dentinaire après coiffage pulpaire.

**2.2.1.4. Comparaison hydroxyde de calcium-MTA-Biodentine :**

Le tableau ci-dessous, issu des travaux de Wohlgemuth en 2014 <sup>[248]</sup>, résume les résultats comparatifs des effets produits sur le complexe dentino-pulpaire par trois différents matériaux de coiffage :

- L'hydroxyde de calcium,
- le MTA ?
- La Biodentine.

**Tableau 01 :** Tableau comparatif Ca (OH)<sub>2</sub> - MTA - Biodentine  
D'après Wohlgemuth, 2014) <sup>[248]</sup>

	<b>Ca(OH)<sub>2</sub></b>	<b>MTA</b>	<b>Biodentine®</b>
<b>Composés principaux</b>	Hydroxyde de Ca	Silicate di et tricalcique	Silicate di et tricalcique
<b>Résistance a la compression (MPa)</b>	10,5	40	200
<b>Radio-opacité</b>	Proche dentine	Entre émail et dentine	3,5mm d'aluminium
<b>Étanchéité</b>	Mauvaise	Excellente	Excellente
<b>Induction dentinogénèse</b>	Oui	Oui	Oui
<b>Action anti-inflammatoire</b>	Oui	Oui	?
<b>Action antibactérienne</b>	Oui	Oui	Oui
<b>Temps de travail</b>	3-5min	5 min	6min
<b>Temps de prise</b>	2,5-5,5 min	MTA 2h45 MM-MTA 20min	9-12min
<b>pH</b>	12,5	12,5	12,6
<b>Toxicité pulpaire</b>	Non	Non	Non

Il apparaît que dès le 7<sup>ième</sup> jour, la Biodentine et le MTA induisent une prolifération cellulaire à leur contact ainsi qu'un front de minéralisation contenant de l'ostéo-dentine.

A long terme, on observe la formation d'un pont dentinaire épais et homogène sécrété par des cellules différenciées en odontoblastes <sup>[77]</sup>.

En revanche, le tissu réactionnel induit par l'hydroxyde de calcium est mal organisé, plus poreux et semble relever d'un autre mécanisme de réparation.

Ces excellents résultats pour les ciments aux silicates tricalciques montrent à la fois leur grande bio-compatibilité, mais également leur propriété d'induire la différenciation en néo-odontoblastes des cellules pulpaire, permettant l'édification d'un pont dentinaire fiable et reproductible, et donc la formation d'une meilleure protection pulpaire.

### **2.3. Thérapeutiques des caries profondes**

Depuis plus de 50 ans, Fusayama et Massler <sup>[94]</sup> ont démontré, indépendamment l'un de l'autre, que la dentine cariée peut être divisée en deux couches :

- Une couche externe de dentine infectée.
- Une couche plus profonde de dentine affectée.

La première est molle, envahie de bactéries, insensible et ne pouvant être reminéralisée.

La seconde est plus dure car elle est plus minéralisée, présente un faible taux de bactéries et peut être reminéralisée.

Dans un souci d'économie tissulaire, il est important d'utiliser des systèmes d'éviction carieuse les plus conservateurs possibles de cette zone affectée (Holmgren et coll., 2013) <sup>[110]</sup>.

### 2.3.1. Les thérapeutiques conventionnelles

#### Éviction totale du tissu carieux avec Coiffage pulpaire indirect /coiffage pulpaire direct

Ce sont des thérapeutiques chirurgicales portant sur l'ensemble pulpo-dentinaire, ayant pour but de redonner à la pulpe enflammée une structure saine et une vie normale, afin que ses fonctions naturelles, en particulier la dentinogénèse puisse à nouveau s'exercer régulièrement [67, 221, 247].

*Il est bien entendu que toutes ces interventions sont réalisées sous digue, en isolation parfaite.*

#### 2.3.1.1. Le coiffage pulpaire indirect (Fig. 6)

##### \* Définition

Le coiffage indirect dentino-pulpaire est une opération consistant après éviction complète de la dentine ramollie, infectée et parfois affectée [68, 112], à l'aide d'une fraise acier et/ou carbure de tungstène montée sur contre-angle réducteur et d'un excavateur affûté, à recouvrir la dentine saine par un matériau protecteur et/ou dentinogène afin de favoriser la cicatrisation dentino-pulpaire.

Celle-ci est difficilement différenciable de la dentine affectée environnante.

Le coiffage peut intéresser la dentine cariée ou la dentine saine. Dans ce dernier cas, il est appelé coiffage naturel de Bonsack (Cohen et coll., 2011) [54, 156, 193, 235].

Une assistance, au moyen de trois actions concomitantes, est alors apportée au mécanisme de défense développé par la pulpe :

- Suppression des stimuli ;
- Relargage de molécules accélérant le processus de réparation de la pulpe (ions fluor) ;
- Scellement de la cavité, diminuant le risque d'apport de nouvelles proliférations bactériennes.



**\* Indications**

- Caries à évolution rapide atteignant la pulpe.
- Les deux premiers stades de la classification de Baume ou les trois premiers stades de la classification SiSta <sup>[123]</sup>.
- Vitalité pulpaire positive, chambre pulpaire fermée.

**\* Contre-indications**

✓ **Locales :**

- Une épaisseur de dentine juxta-pulpaire résiduelle après éviction carieuse complète inférieure à 0,5 mm selon SMITH (2002) <sup>[222]</sup>.
- Test de vitalité négatif.
- La mise en évidence de calcifications intra-pulpaire lors de l'examen radiologique.

✓ **Générales :**

Patients à risques infectieux élevés. Dans ces cas-là, on réalisera un traitement endodontique sous antibioprophylaxie, avec digue et en une séance <sup>[114]</sup>.

**\* Mise en œuvre clinique**

Toutes interventions cliniques observeront une étanchéité du champ opératoire stricte. Après vérification de la vitalité pulpaire par les tests adéquats, l'éviction totale de la dentine infectée est réalisée sous anesthésie si nécessaire (selon le seuil de sensibilité du patient).

Seule la dentine saine est conservée (Vianna et coll. 2007) <sup>[268]</sup>.

Le matériau de protection dentino-pulpaire est alors apposé en fond de cavité sur une épaisseur de 2 à 3mm et une obturation coronaire provisoire étanche dite de temporisation est mise en place. Le matériau d'obturation coronaire a longtemps été un ciment à base d'oxyde de zinc-eugénol, pour ses propriétés bactéricides, apaisantes, anti-inflammatoires et sa bonne étanchéité, mais les ciments verre-

ionomère sont aujourd'hui à privilégier pour leur meilleure résistance mécanique, une insolubilité relative, et surtout une libération de fluor, leur conférant à la fois des propriétés bactéricides mais aussi de reminéralisation de la dentine sous-jacente (Hume et Mount 2002) <sup>[114]</sup>.

### **2.3.1.2. Coiffage pulpaire direct <sup>[99]</sup> (Fig. 7)**

#### **\* Définition**

Le coiffage pulpaire direct consiste à placer un matériau biocompatible au contact direct d'une petite parcelle de tissu pulpaire mise à nu, lequel est lui-même recouvert par un matériau d'obturation coronaire définitif (Willershausen et coll 2011) <sup>[245]</sup>.

Ce matériau aura pour rôle à la fois de protéger et d'isoler physiquement la pulpe de la cavité buccale par une bonne étanchéité de l'obturation, mais aussi d'induire sa guérison par une action anti-inflammatoire, voire par l'induction de son activité dentino-génétique (Fransson 2012) <sup>[92]</sup>.

#### **\* Indications**

- Dénudation accidentelle de la pulpe lors de curetage imprudent avec excavateur ou grosse fraise boule, ou lors de taille de cavité (inférieure à 0,5 mm pour Hevinga et coll., 2010) <sup>[105]</sup>.
- Fracture coronaire pénétrante.
- Mise à nu de la pulpe sous une carie profonde, la pulpe est atteinte sans arriver à la pulpite (pas de douleurs spontanées).
- Dent immature pour engendrer l'édification radiculaire.

#### **\* Contre-indications**

##### **✓ Locales**

- Dent délabrée ou cas de suspicion d'une pulpite irréversible, de pulpe nécrosée ou de dent atteinte de parodontose.
- L'impossibilité de mise en place de la digue.

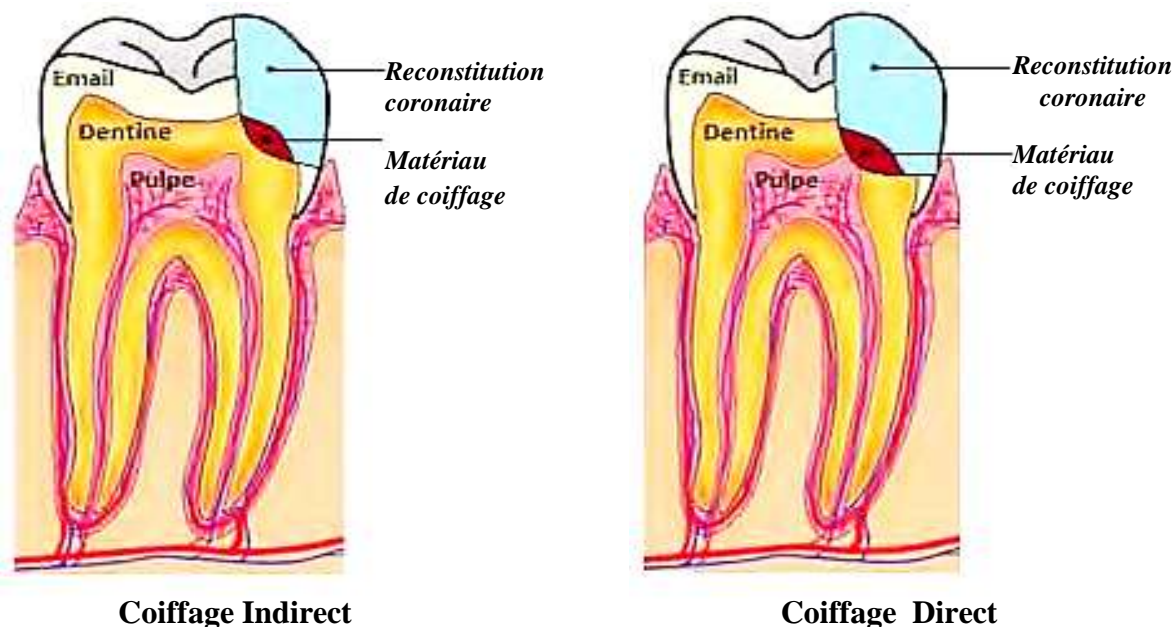
*\* Mise en œuvre*

Un coiffage pulpaire direct se traduit selon Bjorndal (2010)<sup>[40]</sup> par l'excavation complète de la carie, avec des instruments manuels pour l'étape finale d'excavation, et son nettoyage à l'aide d'une solution d'alcool contenant 5mg/L de Chlorhexidine. La pulpe exposée est irriguée avec de l'eau stérile.

Après obtention de l'hémostase, le matériau de protection est appliqué.

Certains auteurs préconisent l'obturation définitive immédiate à la résine composite avec système adhésif, tandis que (Bjorndal et coll. 2010)<sup>[40]</sup> préfère passer par une restauration temporaire et un mois plus tard, réaliser la restauration définitive, en laissant en place le ciment de coiffage et une fine couche de ciment de l'obturation temporaire pour être sûr que l'exposition pulpaire ne sera pas au contact du milieu buccal.

Un suivi régulier est à assurer à 3 mois puis une fois par an (Willershausen et coll. 2011)<sup>[245]</sup>.



**Figure. 6 / 7 :** Présentation schématique du coiffage Indirect et Direct Source : *Le coiffage pulpaire direct : aspects histo-physiologiques, facteurs de succès et biomatériaux actuels. Morgane GUYOMARD, 2012 99*<sup>[99]</sup>.

*\* Suivi post-opératoire*

Dans le cadre de ces thérapeutiques, il est indispensable de réaliser un suivi sur le long terme afin de contrôler le maintien de la vitalité pulpaire.

On doit aussi voir se former un pont dentinaire au contact et/ou en regard du matériau de coiffage [248].

Lors des contrôles, on effectuera donc des tests de vitalité qui devront être positifs, ainsi que des tests de percussion et palpation afin de s'assurer de l'absence de lésions parodontales.

Les clichés radiographiques sont indispensables [112, 248].

**2.3.2. Les Concepts actuels**

Concernant l'exérèse des tissus carieux dans le cadre de caries profondes, les recommandations actuelles font appel à l'observance de certaines règles, à savoir [155] :

- Préserver les tissus sains et reminéralisables,
- Maintenir la santé pulpaire,
- Obtenir une restauration étanche,
- Maximiser le succès de la restauration.

Dans les lésions profondes, l'élimination sélective de la dentine déminéralisée peut être réalisée ; les tissus déminéralisés et contaminés par les bactéries proches de la pulpe n'auraient pas besoin d'être enlevés ; la préservation de la vitalité pulpaire doit être la priorité. Pour les dents permanentes, le retrait par étapes peut être une option. Les preuves et les recommandations s'appuient donc sur une gestion moins invasive des lésions carieuses retardant ainsi l'entrée et le ralentissement du cycle réparateur afin d'augmenter le maintien de la dent sur l'arcade [195].

*Cependant, à l'heure actuelle, le retrait complet des tissus cariés, donc l'excavation totale reste la méthode de prise en charge la plus répandue par les praticiens.*

Au cours du siècle précédent, les restaurations non adhésives étaient la seule option disponible pour restaurer directement les dents cariées, aucune séparation nette entre l'élimination des caries et la préparation de la cavité n'a été faite.

En termes pratiques, cela signifie que la dentine cariée doit être retirée jusqu'à ce qu'une couche de dentine suffisamment "solide" soit atteinte pour favoriser la condensation du matériau de restauration (**forme de stabilité**) et la rétention adéquate du matériau de remplissage (**forme de rétention**), pour assurer une survie réussie et à long terme de la restauration <sup>[123]</sup>.

Aujourd'hui, et avec le concept de dentisterie minimalement invasive, la possibilité de collage des restaurations a dérogé à ces règles en utilisant des préparations ultra-conservatrices, en vue de préserver la structure et la vitalité de la dent <sup>[11, 16]</sup>.

Le curetage partiel est le terme sous lequel se regroupent les techniques, proposées depuis plusieurs décennies et qui ont pour but la prévention d'une éventuelle effraction pulpaire lors du curetage d'une carie profonde.

De nos jours, les techniques " StepWise excavation " et " Partial Removal Caries ", décrites dans la littérature, partagent comme point commun un *curetage minutieux des parois cavitaires* et un *curetage partiel de la paroi pulpaire* <sup>[130, 142, 145, 204, 212]</sup>.

### 2.3.2.1. Les techniques StepWise et Partial Removal Caries :

Le principe fondamental de ces deux techniques, est de laisser une fine couche de **dentine cariée** au fond de la cavité de carie d'une dent vivante, au contact du plafond pulpaire et de mettre en place une obturation étanche qui privera de nutriments les bactéries présentes dans cette couche.

Le curetage devra donc être prudent en direction pulpaire et soigneux en ce qui concerne les pourtours de la cavité de manière à créer un joint périphérique étanche et propice au collage <sup>[07]</sup>.

Les bactéries deviennent inactives et il en résultera ensuite une diminution du risque d'effraction pulpaire et une reminéralisation de la couche de la dentine cariée résiduelle ainsi conservée [250].

Il en résultera une diminution des risques d'effraction pulpaire et une possible reminéralisation de la couche de dentine cariée résiduelle.

Il convient donc de distinguer, au sein du tissu carieux, la dentine affectée ou inner carious dentin encore appelée " inner layer " constituée de dentine conservable <sup>[07]</sup> qui présente de bonnes capacités de reminéralisation et d'adhésion (jusqu'à 30 Mpa, selon Yoshima et All) <sup>[250]</sup> et la dentine infectée ou outer carious dentin , pouvant être dénommée " outer layer ", composée de dentine nécrotique non conservable (Alleman et Magne ) <sup>[07]</sup>.

Dans ce but, l'utilisation de lasers pour affiner le diagnostic peut se révéler une aide précieuse pour permettre de déterminer l'état de minéralisation de la dentine grâce à un code couleur.

La totalité de l'outer layer sera donc retirée sans pression excessive soit à l'aide d'un excavateur manuel ou d'une fraise montée sur contre-angle sous spray.

Une épaisseur suffisante d'inner layer sera conservée pour éviter l'exposition pulpaire (Alleman et Magne).

Les deux techniques " StepWise excavation " et " Partial Removal Caries " largement documentées aujourd'hui dans la littérature scientifique, semblent donc privilégiées dans les caries profondes présentant un risque d'effraction pulpaire lors du curetage en l'absence de symptomatologie irréversible.

Elles vont donc permettre de limiter au minimum les agressions de la pulpe, pouvant mener par la suite à des thérapeutiques plus invasives (coiffage pulpaire direct, pulpotomie complète ou partielle voire pulpectomie) avec un pronostic et des taux de réussite variables.

Dans ces deux types de traitement, le succès clinique va dépendre de l'état

Inflammatoire de la pulpe (donc son potentiel de guérison) et de l'attention portée au curetage de la cavité carieuse.

### **2.3.2.2. La Stepwise excavation (SW) <sup>[129, 249]</sup>**

**\* Définition :**

Encore appelée : « éviction raisonnée », la technique SW se réalise en deux temps.

C'est une approche d'élimination incomplète des tissus cariés infectés « en deux étapes » où le tissu dentinaire carieux est incomplètement excavé à la première séance <sup>[207,232]</sup>.

Cela consiste techniquement à pratiquer un curetage complet de la dentine périphérique cariée au niveau de toutes les parois de la cavité de carie et en sous-cuspidien et de laisser de la dentine affectée (et éventuellement de la dentine infectée) en direction pulpaire afin d'éviter l'effraction de la chambre pulpaire et léser la pulpe.

Ainsi, la dentine cariée est laissée à demeure, à proximité de la pulpe sous une obturation temporaire <sup>[207]</sup>, La cavité est ensuite scellée avec un matériau favorisant la cicatrisation dentino-pulpaire puis d'un matériau provisoire étanche.

La ré-intervention (deuxième séance), est programmée quelques mois plus tard afin d'éliminer le reste de la dentine cariée et de restaurer définitivement la cavité.

Au cours de cette deuxième étape, la dépose de l'obturation provisoire est suivie d'un curetage complet de la dentine infectée restante puis, mise en place d'un fond protecteur et réalisation d'une restauration définitive <sup>[171]</sup>.

**\* Objectifs :**

Le but de la technique STEPWISE est de préserver la vitalité de la pulpe, stimuler la reminéralisation et la sclérose tubulaire en préservant la dentine affectée [33, 37, 141].

**\* Indications** [72,117] :

- Une lésion carieuse profonde détectée cliniquement susceptible d'entraîner une exposition pulpaire lors d'une seule excavation en étant traitée par une méthode conventionnelle.
- Une vitalité pulpaire confirmée par tous les tests (électrique, thermiques, mécaniques).
- Pas d'antécédents de douleurs dentaires spontanées.
- Destruction de plus 75% de l'épaisseur de la dentine : détectée cliniquement et radiologiquement.
- Absence de lésions péri-apicales : (Percussion (-). Radiographie : Pas d'image radio-claire péri-apicale).
- Patient coopérant.

**\* Mise en œuvre :**

**❖ Lors de la première séance :**

Après isolation du champ opératoire, on procède à un curetage soigneux de la totalité des tissus cariés sur les parois en périphérie, de manière à créer un joint périphérique, comprenant du tissu sain, propice à un collage puissant et donc à une étanchéité la plus pérenne possible.

Au niveau de la paroi juxta-pulpaire, le tissu dentinaire carieux est partiellement enlevé où seulement la dentine molle nécrotique la plus



superficielle sera retirée sans pression excessive, réduisant ainsi le risque d'exposition pulpaire.

Après avoir terminé le curetage, une restauration temporaire étanche sera mise en place associée à un fond protecteur (pour protéger la pulpe) pendant un intervalle de 08 semaines à 12 mois.

Le matériau est laissé au contact de la lésion au minimum 03 Semaines, durée minimale nécessaire à la formation de dentine tertiaire.

Selon Stanley et coll, en 1966, la formation de dentine tertiaire est maximale vers le 27<sup>ième</sup> et 48<sup>ième</sup> jour (3,5µm/j) puis décroît à partir du 48<sup>ième</sup> jour jusqu'au 72<sup>ième</sup> jour (0,74µm/j) et atteindre 0,23 µm/j entre le 72<sup>ième</sup> et 132<sup>ième</sup> jour.

Le but de cette étape est d'arrêter la progression de la lésion carieuse permettant au complexe pulpo-dentinaire de réagir en induisant de la dentine sclérotique dans les tubules dentinaires et en produisant une couche suffisante de dentine tertiaire [33,38] .

Cette approche, rend le tissu dentinaire plus épais et l'exposition de la pulpe moins probable lors de l'excavation finale [118] .

Les examens de suivi comprennent une évaluation clinique, un test de la vitalité de la pulpe et des radiographies de la dent traitée [39] .

**❖ Lors de la deuxième séance [40] :**

Après la temporisation, il est important que les tests de vitalité, les réponses à la sensibilité pulpaire et les examens radiographiques soient concordants et « normaux », conditions sine qua none pour que le professionnel puisse continuer le traitement.

La restauration provisoire sera déposée, et l'éventuel tissu carieux sera cureté laissant uniquement la dentine dure, supposée saine puis un fond protecteur et une restauration définitive seront réalisés [35, 38, 39] .

### 2.3.2.3. La Partial removal caries ( PRC ) [35, 105, 268]

Afin d'éliminer le risque éventuel d'une effraction pulpaire, la non ré-intervention peut apparaître comme une solution.

Cela consisterait donc en un curetage partiel.

#### \* *Définition du curetage partiel :*

Le curetage partiel se définit comme étant l'élimination sélective de la dentine déminéralisée. Cette méthode doit être privilégiée pour les lésions carieuses profondes afin de préserver l'intégrité de l'organe pulpaire.

Le but étant le même que le curetage par étape, conserver la vitalité pulpaire, mais, sans ré-intervention pour retirer le reste de dentine infectée en direction pulpaire.

Une élimination complète de la carie ne serait donc pas essentielle pour le contrôle de la carie.

La technique d'excavation ultra conservatrice appelée indifféremment *Partial Caries Removal (PRC) ou Partial Caries Excavation ou enfin Partial Removal of Carious dentine* est également une technique d'excavation carieuse partielle, qui s'est développée suite aux avancées faites sur la compréhension du processus carieux et aux réflexions de nombreux chercheurs.

En effet, plusieurs études ont mis en avant le fait que la flore cariogène, une fois isolée de la cavité buccale et de ses changements de pH subissait une modification (changement de sa composition et diminution de la flore) qui l'amenait à devenir inactive [170].

Après avoir étudié la possibilité de réaliser une excavation carieuse avec la technique de la SW, les auteurs de ces études se sont demandé s'il était vraiment nécessaire de « ré-ouvrir » la cavité pour exciser le reste de dentine infiltrée, étant donné que cette flore inactive n'était plus une menace pour la dent [212].

### *\* Description :*

La PRC est une technique d'odontologie ultra-conservatrice se rapprochant de la technique SW, puisqu'elle a également pour objectif d'éviter l'exposition pulpaire, impliquant l'élimination de la carie périphérique mais laissant délibérément les tissus cariés les plus profonds en place.

A la différence de la STEPWISE, elle ne comprend pas de ré-intervention ni de deuxième excavation et l'obturation d'usage (définitive) sera réalisée dans la même séance. Cette méthode est l'objet d'études comparatives depuis quelques années par RICKETTS <sup>[194]</sup> mais décrite depuis 1999 par RIBEIRO <sup>[192]</sup>.

### *\* Indications :*

Les indications sont les mêmes que pour la méthode StepWwise.

Elle est préconisée pour le traitement des caries profondes dont on estime après examen radiographique que l'éviction complète pourrait provoquer une exposition pulpaire ; pulpe vivante et asymptomatique ou avec une symptomatologie provoquée <sup>[196]</sup>.

### *\* Mise en oeuvre <sup>[45, 195]</sup> :*

Une fois que la dent est identifiée comme pouvant bénéficier de la technique de l'excavation ultra conservatrice, comme pour la technique stepWise, l'excavation carieuse sera une excavation complète sur les pourtours de la cavité carieuse et une excavation plus délicate en juxta-pulpaire, en laissant la dentine infectée et la dentine affectée pour éviter toute effraction pulpaire.

Après l'excavation, on réalise une désinfection de la cavité carieuse par la Chlorhexidine ou l'hypochlorite, puis la mise en place d'un fond protecteur, avant le scellement de restauration.

Ici aussi, comme pour la technique de la SW, une reconstitution parfaitement étanche est d'une importance capitale et essentielle.

L'une des clés de la réussite de cette technique est le scellement de la cavité, pour empêcher une nouvelle colonisation bactérienne et donc une récurrence de la carie sous l'obturation [55].

Après temporisation :

➤ Mise en place d'un fond protecteur (il existe différents matériaux : Hydroxyde de calcium, MTA et Biodentine).

➤ Restauration définitive étanche de la cavité [12] :

- Soit directement à l'aide de composite.

- Soit par technique Sandwich (CVIMAR et composite) qui permettra de diminuer la contraction de prise et augmenter ainsi l'étanchéité de la restauration [66].

➤ Le polissage et lustrage de la restauration sont impératifs et ce, pour diminuer l'adhérence du biofilm.

Selon PADMAJA et RAGHU ( 2010) [174], un suivi et un contrôle minutieux doivent être assurés, à 06 semaines, 03mois et 06 mois suivant l'acte thérapeutique curetage - coiffage - restauration.

#### **2.3.2.4. Différences entre ces deux techniques [21, 210, 211]**

\* La technique **StepWise excavation (SW)**, comme son nom l'indique, comporte deux étapes.

Le curetage en deux temps (Magnusson et Sundell) [137] encore appelé par étapes, est une technique d'excavation carieuse visant à transformer la lésion carieuse active en lésion arrêtée.

C'est une approche plus conservatrice, privilégiée dans le cadre de caries profondes (ICDAS. 5 et 6) où l'éviction de la carie complète ne peut être réalisée sans risque d'effraction pulpaire.

Cette approche est strictement réservée aux dents asymptomatiques ou répondant uniquement aux douleurs provoquées (Heinrich et Kneist) <sup>[102]</sup>.

Le diagnostic de réversibilité de l'atteinte pulpaire est posé et confirmé.

Lors de la première séance thérapeutique, le curetage des parois cavitaires sera réalisé avec la plus grande minutie tout en laissant à demeure une fine couche de dentine infectée et/ou affectée sur la parois axiale (plancher) et une obturation provisoire étanche, associée à un fond de cavité (l'hydroxyde de calcium étant le plus cité dans la littérature), sera mise en place pour une durée de 3 mois à un an.

Selon Palatino <sup>[176]</sup>, cette durée représente le temps nécessaire pour la création d'une épaisseur de dentine tertiaire suffisante (0.5mm à raison d'une production de dentine tertiaire de 1.5 µm par jour) <sup>[176]</sup>.

Le matériau utilisé devra être étanche dans le temps, excluant donc les matériaux d'obturation provisoires de type Cavit ou eugénates.

Les CVIMAR (ciments verres ionomères modifiés par adjonction de résine) paraissent donc les plus adaptés et recommandés <sup>[55, 74, 215, 257]</sup>.

Néanmoins leur dépose est plus difficile.

Après un laps de 3 mois à un an de temporisation, l'obturation provisoire sera déposée, l'éventuel tissu carieux restant sera cureté et une obturation fond protecteur / restauration définitive d'usage sera réalisée.

\* En technique **Partial Removal Caries**, le curetage des parois cavitaires et du plancher de la cavité sera réalisé avec une extrême rigueur, comme décrit plus haut. Néanmoins *le fond de cavité et l'obturation définitive d'usage seront réalisés dans la même séance que le curetage et il n'y aura donc pas de ré-intervention.*

Après la phase de curetage carieux certains auteurs proposent une étape optionnelle de désinfection de la cavité à l'aide de Chlorhexidine (entre 0.2 et 2%) pendant 30 secondes ou avec de l'hypochlorite à 2.5 %.

Le but est de désactiver les bactéries restantes, ainsi que les métallo-protéases qui vont nuire au collage.

Lors de l'obturation d'usage, l'utilisation de fonds de cavités est possible.

En effet, son utilisation est préconisée de manière ponctuelle lorsque l'on estime que l'épaisseur de dentine restante est inférieure à 0.5mm ou pour permettre une accélération de la production de dentine tertiaire.

Par contre, la pose de ce fond de cavité n'est pas systématique lors de l'étape de l'obturation d'usage pour ces deux techniques [67, 238].

Dans les publications scientifiques, l'hydroxyde de calcium reste le matériau de référence le plus utilisé en cas de coiffages pulpaire directs et indirect [45, 57, 193].

Des produits comme le CVI, le MTA ("Mineral Trioxide Aggregate") ou la Biodentine disposent aussi de propriétés intéressantes (bio-compatibilité et propriétés mécaniques bien supérieures à l'hydroxyde de calcium) [35, 44, 240] et ce, malgré la réticence des praticiens envers leur mise en œuvre et leur coût.

La réussite de ces techniques est également fortement liée à un impératif " sine qua none " : La qualité de l'obturation d'usage [203, 242], justifiant d'une étanchéité parfaite, assurant ainsi la pérennité de l'obturation [51].

Cette obturation sera donc réalisée sous digue et, dans la plupart des cas à l'aide d'un composite ou bien d'une technique sandwich (CVIMAR + composite) qui permettront la diminution de la contraction de prise et augmenter ainsi l'étanchéité de l'obturation [151].

#### **2.3.2.4. Limites et pronostics de ces techniques**

Dès l'instant où un diagnostic précis a été établi, avec l'observance d'un respect rigoureux du protocole opératoire, les thérapeutiques pulpo-dentaires indirectes montrent d'excellents résultats.

Bjørndal (2010) <sup>[41]</sup>, rapporte que la StepWise excavation réduirait de 56% le risque d'exposition pulpaire versus un coiffage avec éviction complète de dentine infectée.

Selon Schwendicke (2013) <sup>[208]</sup>, les taux de succès avoisinent les 74- 99%.

Il existe par contre différents facteurs pouvant influencer le pronostic et le devenir de ces traitements :

- L'épaisseur de la dentine résiduelle,
- L'étanchéité de la restauration,
- Le passé pathologique de la pulpe,
- L'âge du patient,
- Le type de matériau utilisé en protection pulpo-dentinaire.

Il est également à noter que la potentialité de cicatrisation de l'organe pulpo-dentinaire, ne pourra être spécifiquement établie à partir de simples données cliniques.

Un autre type de limite reste également lié au fait que nombre de confrères montrent une réticence certaine à laisser à demeure de la dentine infectée sous une restauration de quelque nature soit elle <sup>[171]</sup>.

# **Chapitre 3.**

## **Partie Pratique**



## 3.1. PROBLÉMATIQUE

La carie dentaire est la pathologie la plus répandue, actuellement l'OMS la classe au 3<sup>ème</sup> rang des fléaux dans le monde, immédiatement après les affections cancéreuses et les maladies cardio-vasculaires.

Jusqu'à une période très récente, presque tous les individus avaient fait l'expérience de cette pathologie au moins une fois dans leur vie <sup>[103]</sup>.

Depuis très longtemps, des scientifiques ont essayé de la définir :

- FAUCHARD (17<sup>ème</sup> siècle) : « c'est une maladie qui détruit les dents ».
- FREY : « C'est une altération spéciale de la dent, qui progresse de la périphérie vers le centre ».
- BAUME (1962) : « La carie dentaire est un processus pathologique, localisé d'origine bactérienne qui entraîne la destruction des tissus durs de la dent et engendre la formation d'une cavité ».
- L'OMS (1977), définit la carie dentaire comme une « maladie acquise, elle se caractérise par une altération des tissus durs de la dent, qui entraîne la formation d'une cavité ».

\*\* Actuellement : La carie est définie comme une « pathologie infectieuse causée par des bactéries adhérentes aux surfaces dentaires entraînant la destruction des tissus durs de l'organe dentaire par déminéralisation acide ».

C'est une maladie multifactorielle qui implique l'hôte, la microflore, l'alimentation et le facteur temps.

Au cours du siècle précédent, les restaurations non adhésives étaient la seule option disponible pour restaurer directement les dents cariées ; mis à part l'aspect clinique, sur le plan théorique, aucune séparation nette entre l'élimination des caries et la préparation de la cavité n'avait été faite.

En termes pratiques, cela signifie que la dentine cariée devait être retirée jusqu'à ce qu'une couche de dentine suffisamment solide soit atteinte pour favoriser la condensation du matériau de restauration («forme de stabilité») et pour assurer une rétention adéquate du matériau de remplissage («forme de rétention») et une survie réussie à long terme pour la restauration <sup>[102, 27]</sup>.

Black prônait une éviction carieuse standardisée selon le site de la carie avec extensions prophylactiques aux surfaces accessibles au brossage par le patient.

On a pu se rendre compte que ces techniques mutilantes ne faisaient qu'entraîner une succession de restaurations toujours plus importantes, aboutissant inexorablement à la dévitalisation de la dent et/ou à sa perte <sup>[108, 200]</sup>.

La plupart du temps, dans un souci de parfaire le curetage, le praticien lors du traitement dentinaire des caries profondes est amené à mettre à nu la pulpe dentaire et par la même, sa contamination bactérienne.

Ce qui nécessite dans la majorité des cas une dépulpage ultérieure.

Il est cependant essentiel de faire le distinguo au sein du tissu carieux entre la dentine affectée (inner carious dentin, inner layer) qu'il faut conserver et la dentine infectée (outer carious dentin, outer layer) qu'il convient d'éliminer <sup>[56,77, 99, 126, 128]</sup>.

Les possibilités d'expositions pulpaires lors des curetages dentinaires dans les caries profondes restent toujours d'actualité.

Cependant, nous pensons que les techniques StepWise et Partial Removal Caries peuvent nous aider à minimiser les risques d'expositions et consécutivement pallier aux recours des thérapeutiques endodontiques et permettre ainsi une préservation maximale de la vitalité pulpaire.

De nos jours, avec l'adoption quasi universelle du concept de dentisterie minimalement invasive, la possibilité de "coller" les restaurations a occulté les

règles de la dentisterie chirurgicale en utilisant des préparations ultra-conservatrices, en vue de préserver la structure et la vitalité de la dent <sup>[101]</sup>.

Une nouvelle approche ultra-conservatrice pourrait désormais limiter le risque d'exposition pulpaire lors de l'éviction carieuse.

Le praticien laisse sciemment une couche de dentine lésée par le processus carieux au niveau de la paroi pulpaire.

Afin de pallier aux échecs faisant suite aux coiffages pulpaires ((Bjørndal et al. 2010), deux techniques d'excavation ont été étudiées et proposées dans la littérature: l'excavation partielle en une étape ou **Partial Removal Caries (PRC)** et l'excavation en deux étapes également appelée **StepWise excavation (SW)**.

La dentine cariée sera laissée uniquement en regard de la paroi pulpaire, mais il est indispensable de réaliser une excavation complète au niveau de la jonction amélo-dentinaire afin de permettre la réalisation d'une obturation parfaitement étanche.

### **Intérêts de la préservation de la vitalité pulpaire :**

Une dent privée de son organe nutritif principal peut malgré tout se maintenir sur l'arcade grâce au parodonte (cément, os alvéolaire et ligament alvéolo-dentaire) <sup>[129]</sup>.

Cependant, le traitement endodontique ainsi que la perte de l'organe pulpaire vont engendrer des altérations des fonctions physiologiques de la dent à savoir :

- La diminution des capacités de défenses,
- La perte de la proprioception et des informations sur la pression exercée sur les faces occlusales notamment lors de la mastication.
- Un affaiblissement biologique avec une déshydratation immédiate mais non globale puisque de l'eau persiste dans les canalicules.

- Un amoindrissement de la cohésion tissulaire sans pour autant avoir un impact significatif sur la résistance mécanique des dents concernées.

La préservation de la vitalité pulpaire doit être aujourd'hui une préoccupation essentielle du clinicien, car c'est l'un des principaux facteurs du maintien des dents sur l'arcade, compte tenu du contexte actuel de l'allongement de la durée de vie (Colon et al. 2010).

Le but ultime du coiffage ou de la protection pulpaire reste donc le maintien de toutes les fonctions du complexe pulpo-dentinaire sans dégénérescences.

En en premier lieu, cette vitalité pulpaire, permettra la conservation des capacités de réparation et de défense ainsi que la résistance mécanique de la dent.

Cependant, la conservation de la vitalité pulpaire dépend de la capacité des cellules pulpaires à survivre, c'est-à-dire à faire face à la lésion et également à initier une réparation et une cicatrisation dentinaire. (Murray et al. 2002) <sup>[163]</sup>.

Une dent dépulpée est plus fragile du fait des modifications structurales, biologiques et mécaniques induites par la disparition du tissu pulpaire.

La suppression du parenchyme pulpaire entraîne notamment la perte des fonctions neuro-sensorielles et proprioceptives.

Pour preuve, une dent devitalisée nécessite 2,5 fois plus de charges pour enregistrer une réponse proprioceptive comparée à une dent vitale (Stanley. 1989) <sup>[227]</sup>.

La conservation de la vitalité pulpaire présente donc de nombreux avantages (Hess et al.1990) parmi lesquels, le maintien de la teinte (esthétique) et une meilleure résistance mécanique des tissus minéralisés.

En effet, la vascularisation de la pulpe assure l'**hydratation** de la dentine, permettant à celle-ci de constituer une masse résiliente sous l'émail.

La dentine est ainsi capable d'absorber les chocs subis par l'émail et donc de limiter les risques de fissures et de fractures (Stockton. 1999).

Ainsi, une dent vitale est **mieux protégée** contre les dommages des tissus durs provoqués par les forces de mastication.

D'autre part, la persistance de la vascularisation pulpaire permet l'apport dans la pulpe de tous les éléments anti-infectieux, anti-inflammatoires et immunitaires.

En l'absence de cette protection, la pulpe ne peut plus se défendre contre l'infiltration microbienne.

Le grand danger de la dépulpaion est donc l'infection (Hess et al. 1990).

*La dent vivante est sensible. Face à une agression extérieure, la pulpe réagit. Cette sensibilité pulpaire constitue un signal d'alarme qui amène le patient à consulter et limite ainsi l'évolution de la pathologie* (Hess et al, 1990).

**Aussi, conserver une dent pulpée, c'est conserver le potentiel de régénération du complexe pulpo-dentinaire.**

Notre projet a pour perspective l'enrichissement des connaissances scientifiques en la matière par l'étude de l'impact des concepts actuels (*la StepWise excavation* et *la Partial Removal Caries*) pour une meilleure et une plus grande possibilité de préservation de la vitalité pulpaire des dents atteintes de lésions carieuses profondes.

Par cet essai contrôlé randomisé nous escomptons comparer le succès, la survie et les coûts initiaux de la SW et la PRC lors des thérapeutiques des dents permanentes profondément cariées.

Les hypothèses de départ de l'essai clinique sont que l'excavation partielle d'une lésion carieuse serait moins pourvoyeuse de lésions irréversibles de la pulpe dans le futur en comparaison à une éviction complète avec ré-intervention.

En finalité, nous voudrions également confirmer l'hypothèse que la PRC engendrerait un succès significativement plus élevé que la SW.

Nous pensons que les deux procédés restent sous utilisés en Algérie, voir même méconnus ou prohibés.

L'idée reçue et perçue étant, qu'un "*opercule de dentine affectée laissé au contact de la pulpe dentaire est forcément source d'infection*".

## **3.2. Protocole d'étude**

### **3.2.1. Objectifs**

#### **3.2.1.1. Objectif principal**

L'objectif principal de notre recherche, consiste en une étude comparative sur neuf (09) mois entre le **curetage complet** (SW Excavation) en deux (02) étapes versus le *curetage partiel* (PRC) en une (01) étape dans le cadre de la conservation de la vitalité pulpaire lors des thérapeutiques des caries profondes sur dents permanentes matures.

#### **3.2.1.2. Objectifs secondaires**

- Déterminer les taux d'effractions pulpaires en SW versus PRC.
- Comparaisons des charges bactériennes résiduelles après curetage SW versus PRC.
- Objectiver les taux de cicatritions coronaire SW versus PRC.

### **3.2.2. Matériels et méthodes**

#### **3.2.2.1. Population d'étude**

Nous avons opté pour une population jeune, motivée, ayant une bonne hygiène bucco-dentaire (donc un potentiel de régénération et de défenses tissulaires maximal),

Cette population est Incluse dans la tranche d'âge : **17 / 45 ans**.

Ne seront uniquement retenus, que les patients, présentant des lésions carieuses profondes avec une profondeur supérieure aux 2/3 de la masse dentinaire (confirmées radiologiquement), occlusales, sur molaires maxillaires et mandibulaires permanentes matures avec des pulpes sensibles mais sans douleurs spontanées, permanentes ou sévères.

Notons que certains auteurs définissent les lésions profondes comme celles s'étendant au plus jusqu'au 3/4 de la profondeur de la dentine.

*Sur le plan international, les deux définitions sont acceptées.*

Cependant, dans les lésions s'étendant sur plus des 3/4 de la profondeur de la dentine, les risques d'exposition pulpaire et de complications pourraient être plus élevés.

#### **3.2.2.2. Critères d'inclusion**

- Dents à pulpe vivante. Sans signes de pulpopathies irréversibles.
- Face triturante de la première et deuxième molaire définitive (CI I Black, Site I stade 4 et 5 classification SiSta) matures, présentant une atteinte carieuse profonde confirmée cliniquement et par examen radiographique (la biomasse de la carie est objectivée par une zone radiolaire s'étendant jusqu'au plafond de la chambre pulpaire et sans atteintes des cornes pulpaires) avec absence totale de symptomatologie pulpaire et desmodontale.
- Patients motivés, présentant une bonne hygiène bucco-dentaire et un minimum de restaurations dentaires.
- Patients Entre 17 et 45 ans dont le potentiel réparateur (taux de reminéralisation) est évident.

#### **3.2.2.3. Critères d'exclusion**

##### **\* D'ordre général**

- Patients âgés de plus de 45 ans.
- Patients présentant une contre-indication générale (patients à risques) :

- ✓ Diabétiques (particulièrement type I) et/ou hémodialysés.
- ✓ Cardiopathies (Valvulaires, Oslériens...).
- ✓ Les malades irradiés et/ou traités avec chimiothérapies.
- ✓ Les malades immuno-déprimés.

**\* Critères d'exclusion d'ordre local**

- Dents antérieures.
- Dents lactéales et dents immatures.
- Dents présentant une inflammation pulpaire irréversible.
- Dents à pulpe mortifiée.
- Présence de fistule en regard de la dent à traiter.
- Le constat d'un œdème gingivo-muqueux en regard de la dent à traiter.
- Présence de douleurs spontanées ou de mobilité incompatible avec des résorptions radiculaires physiologiques éventuelles.
- Radio-clarté au niveau de la furcation et ou de la zone péri-apicale.
- Résorptions internes et/ou externes sur la dent à traiter.

**3.2.2.4. Lieux de recrutement**

Concernant le lieu de recrutement des patients, deux (02) sites ont été retenus :

- L'Hôpital Militaire Régional Universitaire de Constantine (HMRUC).
- Le Centre médical spécialisé (CMS) pour une partie du recrutement.

**3.2.2.5. Calcul de la taille de l'échantillon**

Pour le calcul de la taille de notre échantillon, nous avons opté pour la formule universellement admise suivante :

$$n = t^2 \times p (1-p) / m^2$$

Où :



**n.** *Est la taille minimale* de l'échantillon pour l'obtention de résultats significatifs pour un évènement et un niveau de risque fixé.

**t.** *Est le niveau de confiance* (la valeur type du niveau de confiance de 95% sera 1,96).

**p.** *Est la proposition estimée de la population* qui présente la caractéristique.

**m.** *Représente la marge d'erreur* (généralement fixée à 5%).

Pour cette pathologie, nous avons retenu une prévalence de **02 pour 1000**.

Le **nombre** de cas nécessaires et suffisants pour notre étude est alors estimé à **70**

**Cas.**

Cependant, par sécurité prévoyante, notre échantillon a été **élargi à 90 Cas**.

### 3.2.2.6. Critères de jugement / évaluation

Tant pour la PRC que pour la StepWise, c'est une évaluation comparative ; elle sera réalisée par le même opérateur, avec une stricte observance d'un protocole pré-établi.

**Les critères de jugement**, au nombre de six (06), retenus parmi ceux préconisés par la FDI et qui sont basés sur :

- ✚ L'Existante ou non d'une effraction pulpaire lors du curetage.
- ✚ La Sensibilité post-opératoire et le maintien de la vitalité de la dent.
- ✚ La Récidive des lésions carieuses.
- ✚ La Fracture et la rétention du matériau d'obturation et/ou de restauration.
- ✚ L'Adaptation marginale du matériau.
- ✚ L'Examen radiographique (pathologies apicales comprises).

**L'évaluation s'appuiera sur un bilan clinique axé sur :**

- **Les tests de vitalité les plus fiables** (tests thermiques), après isolation et séchage minutieux de la dent.

- Tests au froid (Pharmadental. Pharma Trade company).
- Tests au chaud (bâtonnets de Gutta Percha).

- **Les percussions transversales et axiales** à la recherche d'une participation parodontale (Manche d'un miroir).

- **Les examens complémentaires**

✓ *Les cultures bactériologiques : Prélèvements en pré et post-opératoire.*

✓ *L'Orthopantomogramme (TOSHIBA. Model : THA 100)*

Réalisé en pré-opératoire, pour rechercher une vue d'ensemble des deux arcades et permettre de localiser des sites infectieux probables et également déterminer les structures anatomiques de voisinage et leurs rapports avec les dents.

✓ *Radiographie intra-orale : Rétro alvéolaire.*

*Nous avons opté pour des approches radiologiques en Radio-Visio-Graphie (R V G).*

- **Cône** : Héliodent Plus de Densply-Sirona.

- **Capteur** : SIRONA DENTAL.

- **Processeur** : Imaging Acteon Sopro Digital x-ray system stop 1X2 size.

Les radiographies seront prises en pré, per et post-opératoire, puis tous les 3 mois et ce, jusqu'à 09 mois.

*Dans un souci de reproductibilité et de validation des résultats, les clichés Radiographiques de toutes les dents traitées, ont été réalisées par le même opérateur, selon la même technique et la même incidence* [49, 74, 119, 145, 162, 181, 183].

Pour ce faire, nous avons utilisé un angulateur **DENSPLY RINN ( XCP-DS). Digital positioning system pour Sirona.**

**NB** : Le suivi radiographique nous permettra de visualiser au niveau coronaire les remaniements dentinaires éventuels qui se feront sous nos obturations au fur et à mesure du temps qui s'écoule après l'obturation cavitaire.

Ce suivi nous montrera nos échecs en cas d'effractions pulpaire et l'intégrité des structures péri-apicales au niveau apical.

### **3.2.3. Méthodologie pratique**

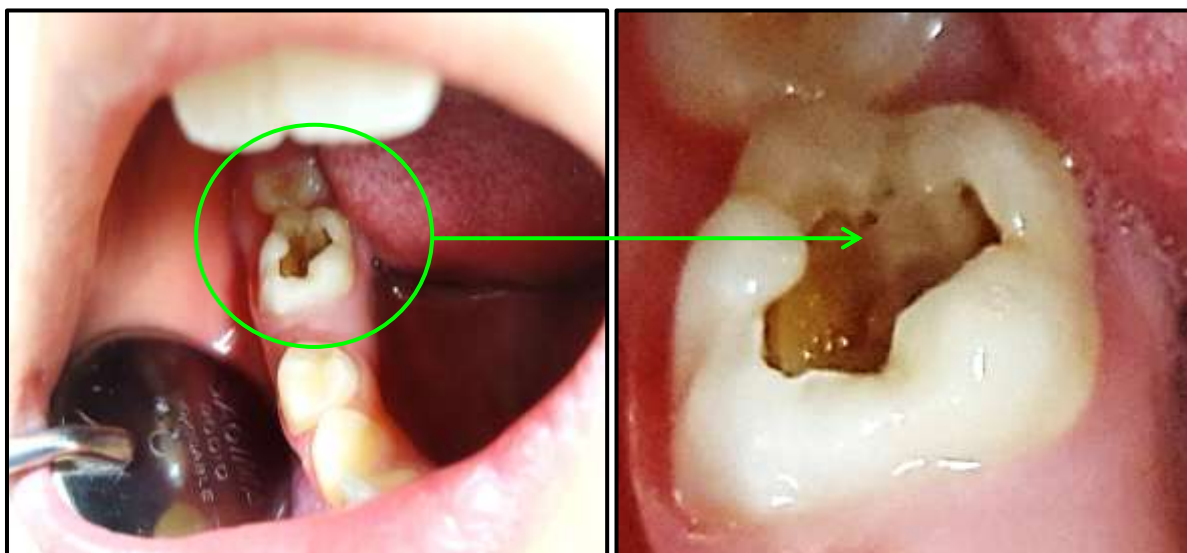
#### **3.2.3.1. Type de l'étude**

C'est une étude comparative descriptive à but analytique visant à évaluer l'efficacité d'un programme de traitement des caries profondes sur la face occlusale de premières et deuxièmes molaires maxillaires et mandibulaires définitives matures (à court et à moyen terme : 03 à 09 mois) en usant des deux techniques que sont la SW et la PRC.

#### **3.2.3.2. Méthode d'échantillonnage**

Pour notre approche clinique, nous avons sciemment opté pour les 1<sup>ières</sup> et 2<sup>èmes</sup> molaires maxillaires et mandibulaires.

Statistiquement parlant, celles-ci présentent le taux d'atteintes cariogènes le plus élevé.



**Figure. 8 : Cavité initiale.**

*(Iconographie : FELLAHI S, SID R)*

L'orientation des 90 dents retenues pour traitement a été réalisée lors de la première consultation.

L'attribution à l'un des deux protocoles (SW ou PRC) s'est faite par randomisation sur deux (02) groupes (jusqu'à atteinte des 45 cas préconisés) selon le protocole suivant :

\* Consultations jours **PAIRS** : *Premier (1<sup>ier</sup>) groupe ; protocole SW.*

Ce **premier groupe** est constitué de la moitié de l'échantillon global (**soit 45 dents**) pour lequel la *StepWise* en deux temps sera préconisée.

Les dents éligibles ont reçu un numéro de série (de 01 à 45. SW) lors de cette première consultation.

\* Consultations jours **IMPAIRS** : *Deuxième (2<sup>ième</sup>) groupe protocole PRC.*

Ce **deuxième groupe** est constitué de la moitié de l'échantillon global (**soit 45 dents**) pour lequel la PRC en un seul temps sera préconisée.

Les dents éligibles ont reçu un numéro de série (de 46 à 91. PRC) lors de cette première consultation.

### **3.2.3.3. Techniques et déroulement des programmes**

*Toutes les étapes thérapeutiques qu'elles soient en StepWise excavation (SW) ou en Partial Removal Caries (PRC), ont été réalisées dans le plus stricte respect du champ opératoire (rouleaux de coton ou digue) et avec aspiration salivaire (pompe à salive).*

➤ Une fiche de consentement éclairé a été adoptée et signée par le patient après explication (Voire annexe II).

#### **3.2.3.3.1. Lors de la première consultation (Commune aux deux techniques)**

Outre la répartition des dents pour l'échantillonnage, cette première consultation, nous a permis d'avoir un premier contact/entretien avec le patient, de réaliser l'établissement d'une fiche clinique (annexe 1 et 2) et la matérialisation d'un bilan radiographique initial (orthopantomogramme, rétro-alvéolaires, bite-wing) avec pose du diagnostic positif.

### 3.2.3.3.2. En StepWise excavation

La **StepWise excavation** (SW) consiste à enlever le tissu dentaire carié en deux étapes bien distinctes.

\* *1<sup>ère</sup> séance :*

- Prise d'une radiographie pré -opératoire.
- Curetage dentinaire minutieux en laissant une fine épaisseur de dentine ramollie, infectée en juxta-pulpaire et ce, tout en respectant le consensus nous préconisant de retirer la dentine ramollie et infiltrée dans sa totalité en périphérie au niveau des bords, parois cavitaires et zones sous-cuspidiennes afin de permettre une parfaite adhésion marginale du matériau de temporisation.

- Le curetage dentinaire a été réalisé à l'aide d'excavateurs manuels mixtes (Prodont. Hollinger. 163-14), de fraises boules acier type EDENTA CH- 94341 et de fraises boules céramiques type CeraBur K1SM - 016 et O21 de Komet, (Fig.9) montées sur contre angle bague verte à 5000 trs/mn sous spray.



Excavateurs mixtes Prodont. HOLLINGER



Fraises boules acier



Fraises céramiques Cerabur

**Figure. 9 :** Excavateurs et fraises boules.  
(Iconographie : FELLAHI S, SID R).

- Prélèvements bactériologiques après curetage dentinaire et mise sous écouvillons de dentine ramollie infectée et/ou affectée juxta-pulpaire puis envois au laboratoire pour culture et analyse.

- Prise de radiographie per-opératoire pour confirmer ou infirmer l'absence d'effractions pulpo-dentaires constatées cliniquement.

- Vérification du curetage dentinaire sur les bords cavitaires et sous-cuspidiens à l'aide de rouge fuschine (fuschine basique C.I. 42510 DC. Fig.10).



**Figure. 10 :** Fushine.

*(Iconographie : FELLAHI S, SID R).*

- Pose du matériau de coiffage : Après lavage de la cavité au sérum physiologique et séchage, un bio-matériau type hydroxyde de calcium (Septocalcine Ultra+ de Septodont. Fig.11) est déposé au niveau de la dentine juxta-pulpaire.

Comme matériau de coiffage, nous avons opté pour l'hydroxyde de calcium pour plusieurs raisons :

- C'est le matériau le plus cité et utilisé dans la majorité de la littérature.
- Nous l'avons retenu afin que notre protocole "colle" au plus à ceux cités dans la plupart des études.
- Son coût est dérisoire par rapport au MTA et Biodentine pour notre étude.
- Sa mise en œuvre est aisée.





Hydroxyde de calcium

**Figure 11** : Hydroxyde de calcium Septocalcine Ultra+.  
(Iconographie : FELLAHI S, SID R)

- Mise en place du matériau de temporisation

Nous avons opté pour un verre ionomère comme matériau provisoire. (Fig.12).  
Son degré d'adhésion, ses qualités physiques et mécaniques en font un matériau de choix.



**Figure 12** : Verre ionomère.  
(Iconographie : FELLAHI S, SID R)

- Prise d'une radiographie de contrôle (radiographie post-opératoire. Fig.13).



**RVG. SIDEXIS. 4 de Sirona**



**Capteur XIOS XG Suprême de Sirona**



**Unité radiogène Héliodent Plus  
Densply-Sirona**



**Cone Héliodent Plus  
Densply-Sirona**



**Angulateur de Rinn  
XCP-DS. Densply**

**Figure. 13 : Radio-Viso-Graphie (RVG).**  
*(Iconographie : FELLAHI S, SID R).*

*La période de temporisation s'étalera sur une période de six (06) à neuf (09) mois. L'évaluation de la néo-formation du pont dentinaire étant tributaire des recommandations de Stanley et Coll. et de l'étude radiographique.*



*Technique Stepwise : Première séance thérapeutique.*



**Figure. 14: Stepwise  
Curetage dentinaire**



**Figure. 15 : Stepwise  
Pose de l'hydroxyde de calcium**



**Figure. 16: Stepwise  
Pose du Verre Ionomère**



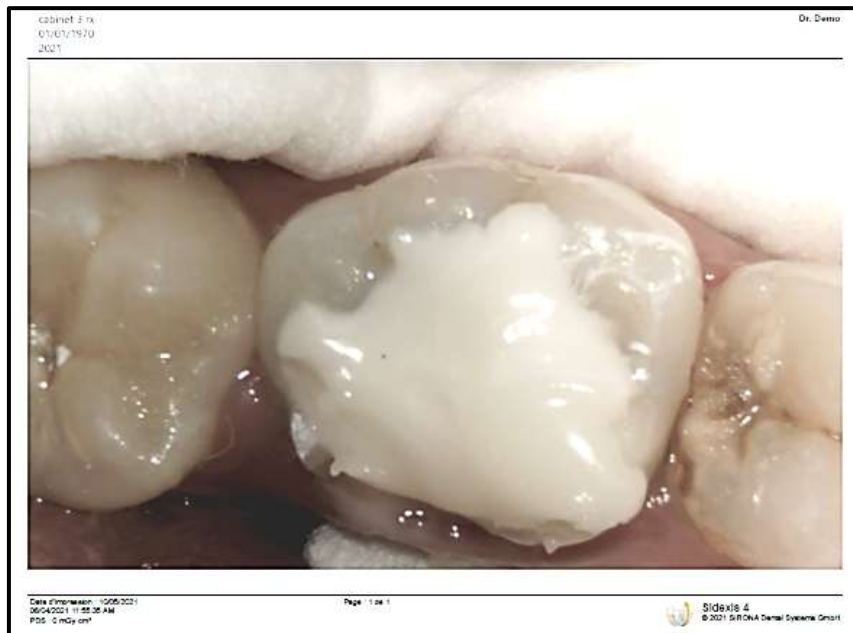
**Figure. 17 : Stepwise  
Image Radiographique**

*(Iconographie : FELLAHI S, SID R).*

**\* 2<sup>ème</sup> séance :**

Ré-intervention 06 mois minimum après la première phase thérapeutique.

- Prise d'une radiographie de contrôle et étude comparative.
- Vérification de l'herméticité de l'obturation de temporisation au niveau des bords et parois cavitaires par caméra intra-buccale (fort grossissement).



**Figure. 18 : Photo en Camera-intra-buccale Sirocam. Sidexis 4.**  
(Iconographie : FELLAHI S, SID R).



**Caméra intra-buccale SiroCam AF+de Densply-Sirona**

**Figure. 19 : Caméra-intra-buccale.**  
(Iconographie : FELLAHI S, SID R).

- L'obturation de temporisation est déposée.

Nous avons alors réalisé l'éviction de la dentine infiltrée résiduelle en prenant soin de ne pas trop nous approcher de la chambre pulpaire.

- Prélèvements bactériologiques et mise sous écouvillon de dentine juxta-pulpaire puis envois au laboratoire de bactériologie pour analyses.
- Lavage de la cavité au sérum physiologique suivi d'un séchage.
- Après avoir évalué le fond de la cavité (texture : sonde Prodont. Hollinger. 262-07) et couleur : coloration par fuschine), nous procédons à la mise en place d'une protection dentino-pulpaire à base hydroxyde de calcium (Septocalcine Ultra+ de Septodont) et d'une restauration définitive au composite. (Composite Herculite XRV de Kerr. Fig.19).



**Figure. 20 : Composite.**  
(Iconographie : FELLAHI S, SID R).

*Comme pour les techniques traditionnelles de coiffages, nous avons réalisé un suivi à 06 semaines, 03 mois, 06 mois, 09 mois afin de contrôler la vitalité de la dent (tests thermiques et percussions) et l'absence de lésions confirmées par RVG (effractions pulpo-dentaires, réactions péri-apicales).*

### 3.2.3.3.3. En Partial Removal Caries (PRC) :

*Dans cette technique, il n'y a pas d'étape intermédiaire.*

- Prise d'une radiographie pré-opératoire.
- Un curetage dentinaire complet au niveau des parois cavitaires et zones sous-cuspidiennes a été réalisé à l'aide d'excavateurs manuels mixtes (Prodont. Hollinger. 163-14) et de fraises boules céramiques type Cera Bur K1SM - 016 et O21 de Komet, montées sur contre angle bague verte à 5000 trs/mn sous spray.
- Prélèvements bactériologiques et mise sous écouvillons de dentine ramollie infectée et/ou affectée juxta-pulpaire puis envois au laboratoire pour analyse.
- Vérification du curetage dentinaire sur les bords cavitaires et sous-cuspidien à l'aide de fuschine (rouge fuschine).
- Lavage de la cavité à l'hypochlorite de sodium à 2,5% suivi d'un séchage.
- Prise de radiographie per-opératoire pour s'assurer de l'absence d'effractions pulpo-dentaires.
- Pose des matériaux de coiffage : Après lavage de la cavité au NaClO et séchage, un bio-matériau type hydroxyde de calcium (Septocalcine Ultra+ de Septodont) et une restauration définitive type composite Herculite XRY ont été mis en place.

*Suivi de contrôle à 06 semaines, 03 mois, 06 mois, puis à 09 mois afin de contrôler la vitalité de la dent (tests thermiques et percussions) et l'absence de lésions infirmées ou confirmées par RVG (évolution du processus carieux, réactions péri-apicales).*



### 3.2.3.3.4. Différentes étapes cliniques lors d'une PRC



Figure. 21 : Image radiographique/ ICDAS 6.  
(Iconographie : FELLAHI S, SID R).



Figure. 22 : Carie SiSta 15.  
(Iconographie : FELLAHI S, SID R).



Figure. 23 : Curetage dentinaire partiel.  
(Iconographie : FELLAHI S, SID R).



Figure. 24 : Hydroxyde de calcium après Etching.  
(Iconographie : FELLAHI S, SID R).

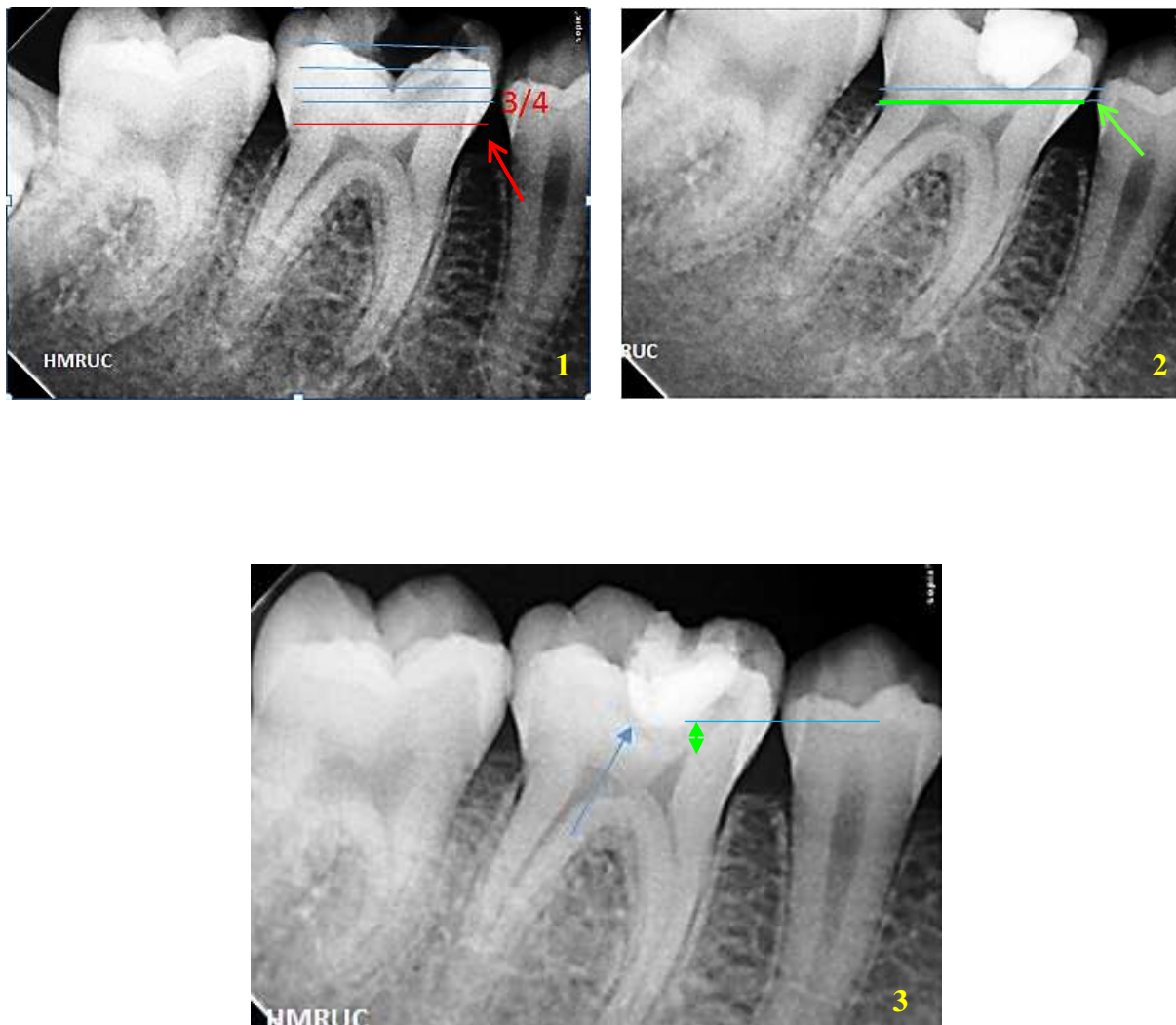


**Figure. 25 : Mise en place d'un composite par incréments.**  
(Iconographie : FELLAHI S, SID R).



**Figure. 26 : Restauration finale au composite.**  
(Iconographie : FELLAHI S, SID R).

*Partial Removal Caries (PRC). Cas clinique sur 36, aspects radiologiques :*



**Figure. 27 : Approche thérapeutique par PRC.**  
(Iconographie : FELLAHI S, SID R).

1. Cavité Profonde  $\frac{3}{4}$  distance Cornes/surface occlusale.
2. Contrôle après 06 mois. Formation d'une ligne radio-claire.
3. Contrôle après 09 mois. Formation d'un pont dentinaire radio-visible.

### 3.2.3.3.5. Les différentes phases lors de nos prélèvements bactériologiques

Que ce soit en StepWise ou en Partial Removal Caries, avant ou après traitement, le même protocole de prélèvement bactérien et d'analyse a été identique.

\* Une fois prélevée à l'aide d'un excavateur, la portion de dentine infectée est déposée sur un écouvillon sec, stérile ; puis expédié dans l'heure au laboratoire de microbiologie. *Etape clinique.* (Fig. 23).

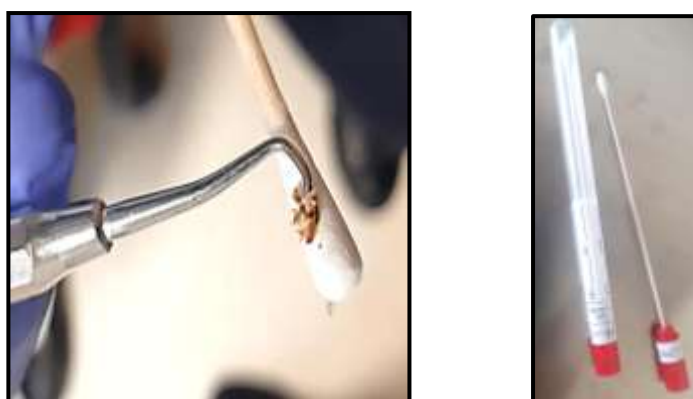


Figure. 28 : Prélèvement bactériologique

(Iconographie : FELLAHI S, SID R).

\* *Etapas laboratoire.* A l'aide d'une micropipette, un (01) Ml d'eau physiologique est mis dans l'écouvillon. Celui-ci est inséré dans un vortex (Agitateur) pendant quelques secondes afin d'affiner la dilution. (Fig. 24).

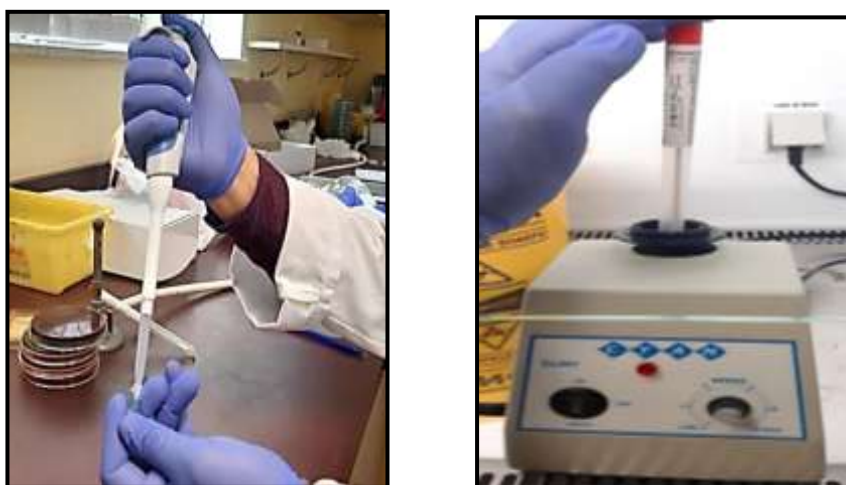
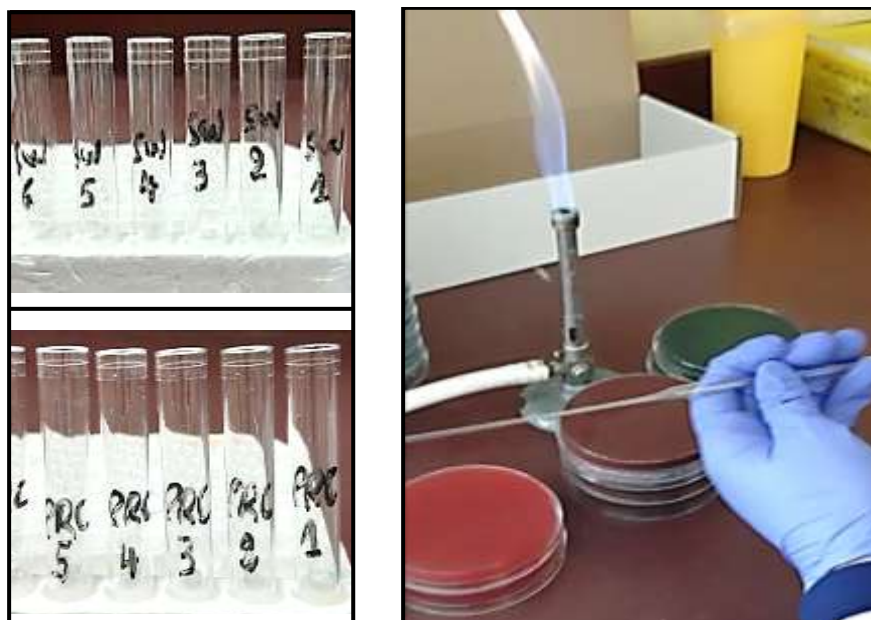


Figure. 29 : Micropipette et dépose de l'écouvillon sur vortex

(Iconographie : FELLAHI S, SID R).



\* Ensuite, les différentes étapes de mise en tubes d'hémolyse, les transports, les transferts par micropipettes Pasteur chauffées, les ensemencements en milieux de cultures, la mise en étuve, ont été du ressort d'un même laborantin pour tous nos prélèvements. (Fig. 30...à Fig. 32).



**Figure. 30 : Tubes d'hémolyse et micropipette Pasteur**

*(Iconographie : FELLAHI S, SID R).*



**Figure. 31 : Ensemencement des boîtes Petri**

*(Iconographie : FELLAHI S, SID R).*

**(1. Gélose au sang cuit - 2. Gélose au sang - 3. Ectoine - 4. Boîte Chapman)**



Etuve simple



Etuve avec CO2

Figure. 32 : Mise en étuve et incubation pendant 24h.

(Iconographie : FELLAHI S, SID R).

\* La lecture et l'interprétation des résultats des différentes poussées de nos cultures ont été finalisées par le même microbiologiste. (Fig. 28).

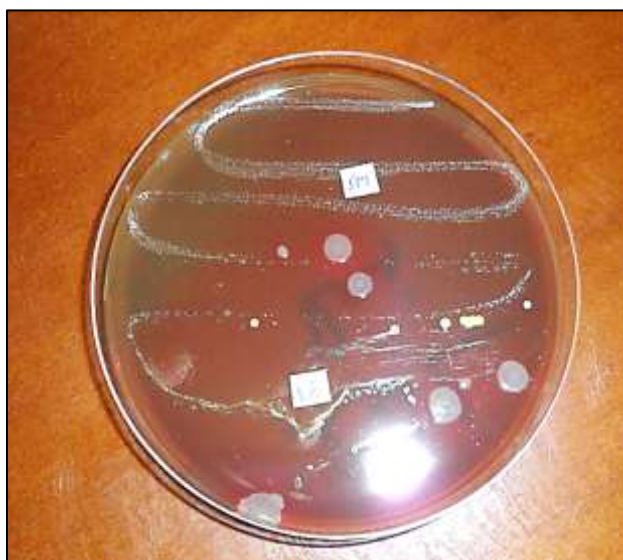


Figure. 33 : Cultures prêtes pour lecture sur boîte PETRI

(Iconographie : FELLAHI S, SID R).

### **3.2.4. Techniques statistiques employées:**

- ✓ La saisie, le contrôle et l'analyse des données ont été effectués avec le logiciel Epi Info™ version **7.1.3** du 7 Novembre 2013.
- ✓ Toute information recueillie a été renseignée sur le questionnaire et analysée selon les méthodes statistiques descriptives suivantes :
  - Distribution des fréquences.
  - Mise à plat (tableaux).
  - Calcul des moyennes et des médianes.
  - Calcul des pourcentages et indices (scores).
  - Tests statistiques de comparaison des fréquences.

### **3.2.5. Moyens :**

Pour notre étude nous disposons de :

#### **3.2.5.1. Sur le plan effectif (Personnel) :**

- ✓ Personnel médical : Le doctorant ; 1 maitre-assistant en microbiologie /bactériologie.
- ✓ Personnel paramédical (infirmiers ; assistantes de fauteuil) du service et laborantines du laboratoire de bactériologie de l'H.U.R.M.C.

#### **3.2.5.2. Locaux:**

- ✓ Cabinet dentaire équipé (Fauteuil SIRONA, C8+) avec camera intra-orale.
- ✓ Salle de radiographie dotée d'un orthopantomographe et d'une RVG.
- ✓ Laboratoire d'analyses médicales de l'H.M.R.U.C.

#### **3.2.5.3. Equipements/Matériels:**

- ✓ Fauteuil dentaire/Unit (C 8+).
- ✓ Plateaux jetables avec l'instrumentation à usage unique.

- ✓ Bio-matériaux de coiffages.
- ✓ Bio-matériaux de restauration.
- ✓ Petite instrumentation manuelles et rotatives pour curetage et mise en forme cavitaire.
- ✓ Consommables pour les différents tests et prélèvements.

### **3.3. Ethique :**

Aucun dépassement d'ordre éthique n'a été enregistré, l'étude étant réalisée après consentement éclairé des patients intéressés.

Aucune contrainte d'ordre éthique n'a été soulevée du moment que tous les patients étaient informés sur les différentes modalités d'explorations et les risques encourus concernant l'étude prospective.

L'anonymat, la confidentialité des données recueillies et le "secret médical" ont été strictement observés.

L'accord de l'hôpital et de la direction centrale des services de santé militaire (malades externes) ont été préalablement demandés et obtenus avant toute intervention.

Nous avons également insisté sur le caractère contrôlé et validé des différentes techniques de radiologie interventionnelle et de prélèvements bactériologiques [22, 117, 127, 133, 154, 172].

# **Chapitre 4.**

## **Résultats, Analyses et discussion**

## 4.1. Résultats et Analyses :

### 4.1.1. Origine des patients par wilaya :

Tableau 02 : Répartition des patients selon leur origine géographique :

Matricule (Wilaya)	Fréquence	%
3	1	1,11%
5	4	4,44%
9	1	1,11%
12	2	2,22%
16	2	2,22%
19	1	1,11%
21	6	6,7%
25	65	72,2%
29	2	2,2%
34	3	3,3%
43	3	3,3%
<b>Total</b>	<b>90</b>	<b>100,0%</b>

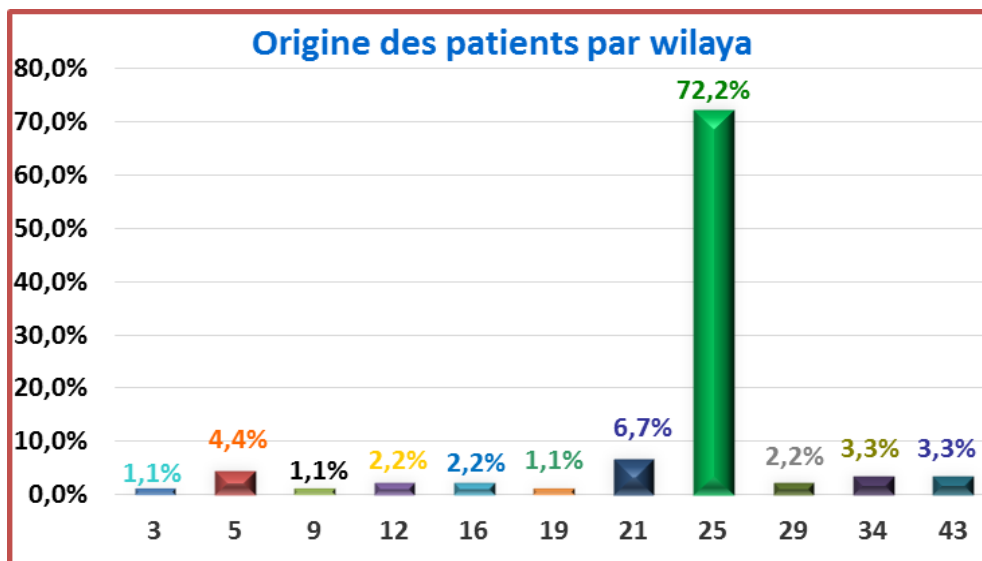


Figure. 34 : Diagramme illustrant la répartition des patients selon leur origine.

La grande majorité des demandeurs de soins (72,22%) est issue de la wilaya de **Constantine** (Zone au sein de laquelle l'hôpital militaire universitaire est implanté). Les autres wilayas limitrophes sont faiblement représentées avec un pourcentage qui varie de 1,1% à 6,7 %.

4.1.2. Répartition des patients par classes d'âges :

Tableau 03 : Répartition des patients par classe d'âge

Classe d'âge	Fréquence	%
[17 – 21[	25	27,8%
[21 – 25[	21	23,3%
[25 – 29[	16	17,8%
[29 – 33[	06	06,7%
[33 – 37[	05	05,5%
[37 – 41[	10	11,1%
[41 – 45]	07	07,8%
<b>Total</b>	<b>90</b>	<b>100%</b>

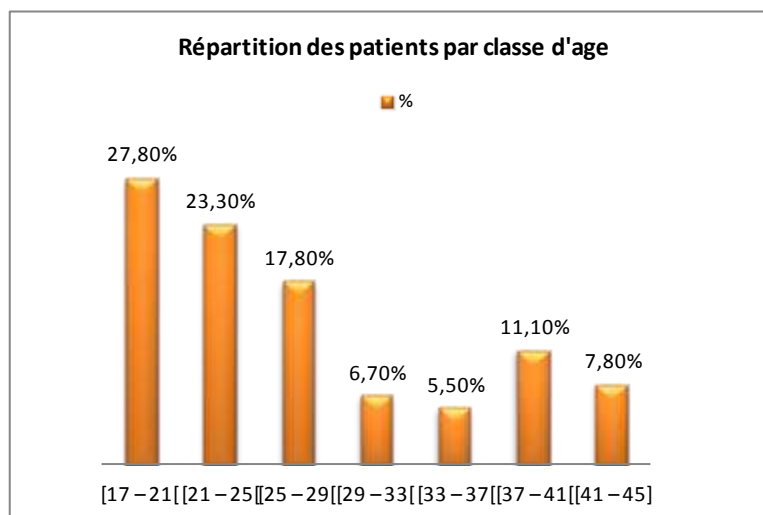


Figure. 35 : Diagramme figurant la répartition des patients par classe d'âge.

L'analyse du tableau 03 ci-dessus, montre que les patients pris en charge sont de jeunes adolescents/adultes (entre 17 ans et 29ans) donc des patients qui, dans la plupart part du temps postulaient initialement pour un traitement orthodontique et dont les dents de 6 ans et 12 ans étaient atteintes de caries à évolution rapide et profonde. Ces tranches d'âges cumulées, représentent **68,9%** de notre population.

De 29 à 45 ans, la présence de ces patients est seulement de 31,1% , avec un pic de 11,1% pour la tranche d'âge 37-41 ans.

Cela pourrait s'expliquer par le fait qu'à cet âge, il y a un besoin naturel de s'affirmer, se traduisant par certains excès et une négligence plus ou moins importante d'hygiène de vie.

A partir de 41 ans, le pourcentage subit un fléchissement plus prononcé ; le taux passe de 11,1% à 07,8% pour les 45 ans.

Il semblerait que les caries profondes à évolution rapide seraient beaucoup plus rares.



4.1.3. Répartition des patients selon le Sexe :

Tableau 04 : Répartition des patients par Sexe

Sexe	Fréquence	%
<b>Féminin</b>	<b>64</b>	<b>71,1%</b>
Masculin	26	28,9%
<b>Total</b>	<b>90</b>	<b>100,0%</b>

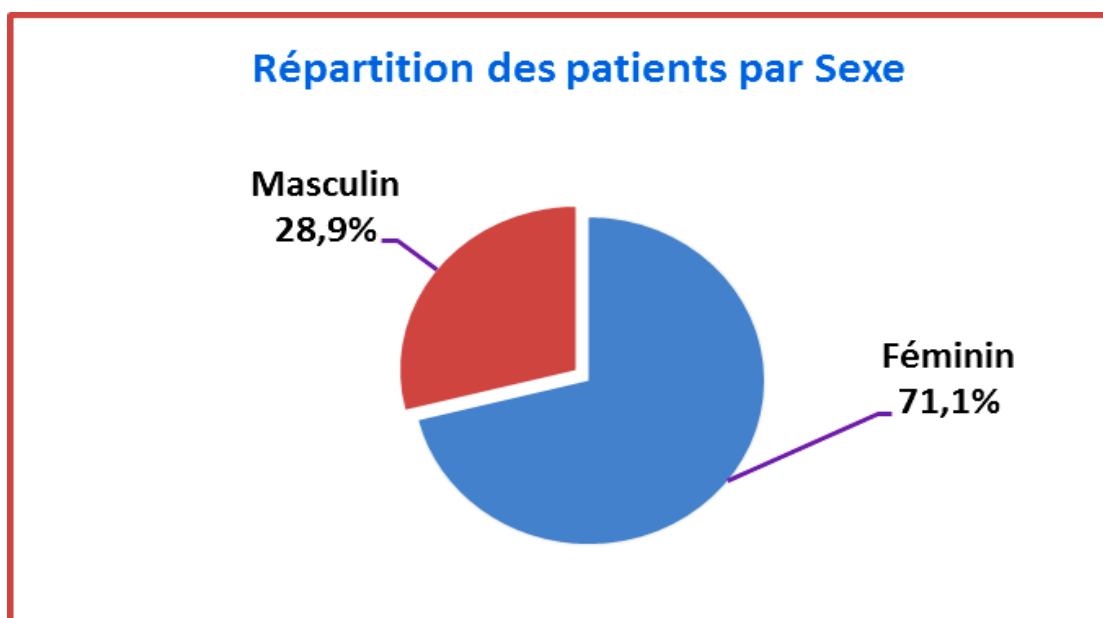


Figure. 36 : Diagramme figurant la répartition des patients par sexe.

Selon le sexe, notre population cible se répartit en 2 groupes.

Le diagramme ci-dessus, fait ressortir le fait que les patientes de sexe féminin sont plus nombreuses à consulter (presque 3 fois plus que les patients de sexe masculin) ce qui atteste de la motivation et de l'intérêt que porte cette tranche de population à la conservation de sa denture.

4.1.4. Répartition des patients selon les dents à traiter :

Tableau 05 : Nature des dents à traiter

Dents Traitées	Fréquence	%
16	19	21,11%
17	6	6,66%
18	1	1,11%
26	18	20,00%
27	2	2,22%
36	13	14,44%
37	8	8,88%
38	01	1,11%
46	14	15,55%
47	8	8,88%
<b>Total</b>	<b>90</b>	<b>100%</b>

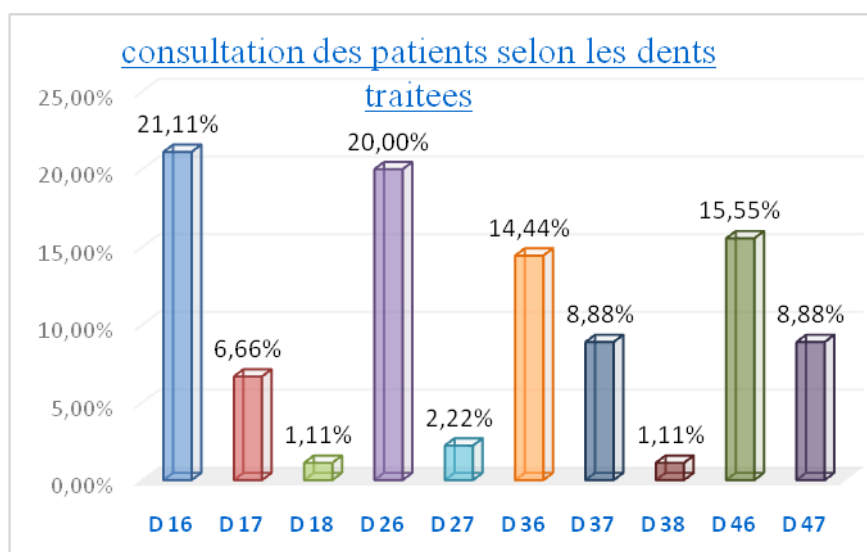


Figure. 37 : Nature des dents à traiter.

A l'évidence, la première molaire supérieure droite maxillaire (**16**) et la première molaire supérieure gauche maxillaire (**26**) sont les dents les plus concernées dans cette étude avec 21,11% et 20,00% des cas. Puis la 36 et la 46 avec respectivement 14,44% et 15,554%. Les dents de 06 ans, totalisent à elles seules plus de 71 % des cas. Viennent ensuite les **37** et **47** avec un pourcentage identique de (08,88%).

4.1.5. Patients ayant bénéficié d'un orthopantomogramme dentaire :

Tableau 06 : Taux de bénéficiaires d'un orthopantomogrammes dentaires

Orthopantomogramme	Fréquence	%
Oui	90	100,0%
Non	0	0,0%
<b>Total</b>	<b>90</b>	<b>100%</b>

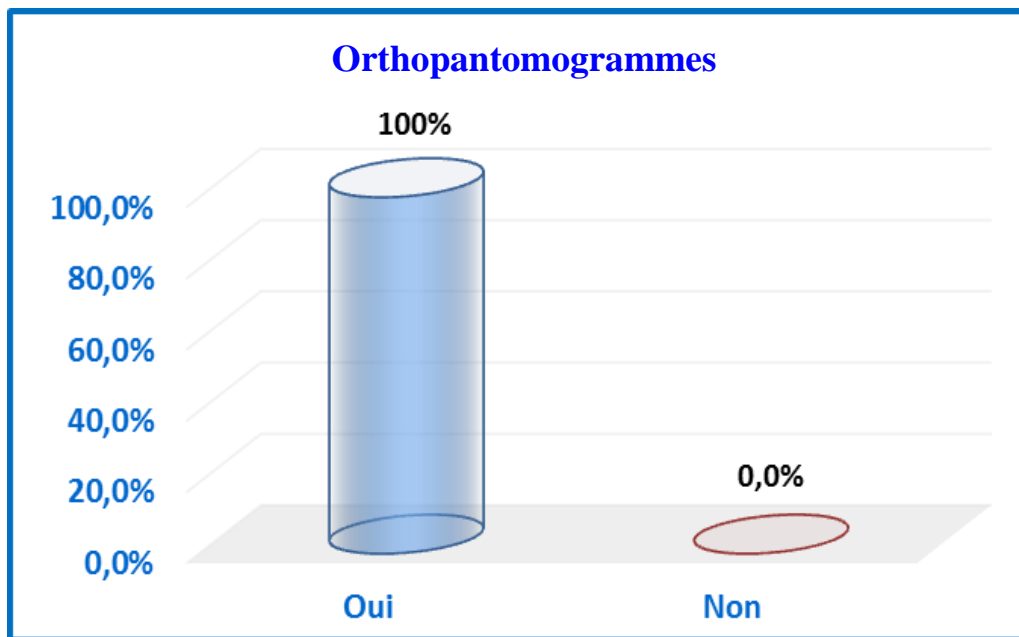


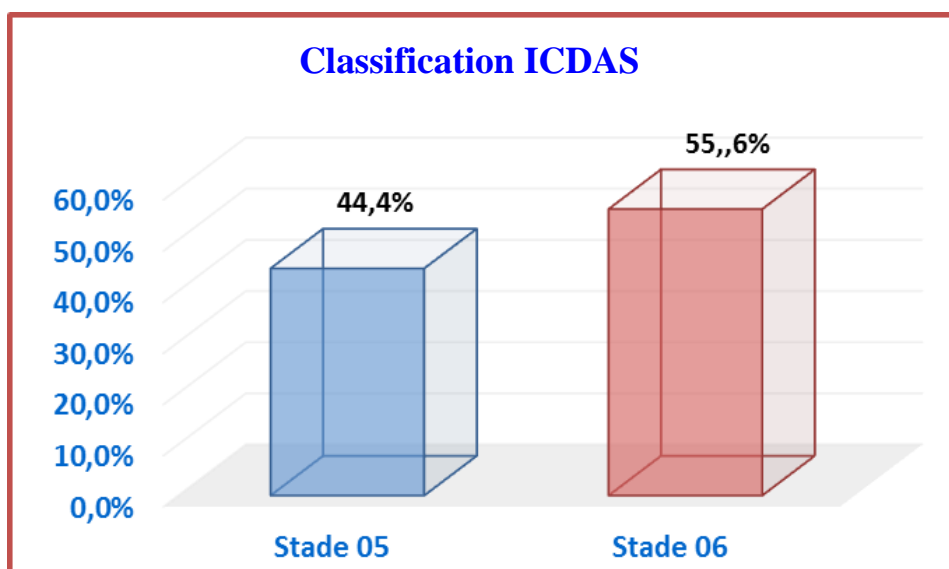
Figure. 38 : Taux de présentation d'orthopantomogrammes dentaires.

La totalité des 90 patients retenus pour le projet a bénéficié d'un orthopantomogramme et ce, avant d'instaurer et d'amorcer le plan de traitement.

**4.1.6. Répartition par rapport à la Classification ICDAS sur l'avancée des lésions carieuses :**

**Tableau 07 : Répartition des lésions selon la classification ICDAS**

Class ICDAS	Fréquence	%
Stade 05	40	44,4%
Stade 06	50	55,6%
Total	90	100%



**Figure. 39 : Répartition des lésions selon la classification ICDAS.**

A l'analyse de cet histogramme, nous remarquons le stade d'avancée de la pathologie carieuse ayant motivé la consultation, nous constatons une différence minime, non significative quant à la fréquence de consultation qu'il s'agisse de patients au stade 5 ou 6 de la classification d'ICDAS (40 patient de classe 5 et 50 de classe 6).

Cela pourrait s'expliquer par l'innocuité au départ de la carie à évolution rapide et son caractère silencieux lors de son évolution ainsi que par l'âge de quasi-insouciance des patients et leur consommation abusive d'aliments cariogènes et l'état de leur hygiène bucco-dentaire.

4.1.7. Répartition selon la Forme de la Chambre Pulpaire :

Tableau 08 : Forme de la chambre pulpaire

Forme de la Chambre Pulpaire	Fréquence	%
Etroite	11	12,2%
Large	38	42,2%
Normale	41	45,6%
Total	90	100,0%

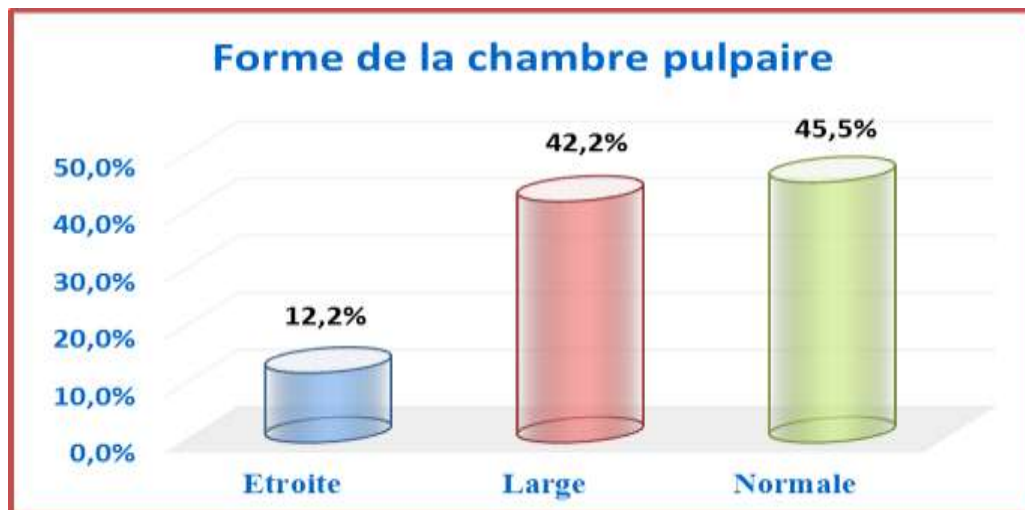


Figure. 40 : Forme de la chambre pulpaire.

Dans cette étude, nous relevons que 87,7% des chambres pulpaires se présentent sous une configuration " normale " (45,5%) ou " large " (42,2%).

En corrélation avec les tranches d'âges, ces configurations confirment l'aspect de "jeunes pulpes"

Il est entendu que les chambres pulpaires "étroites", représentées ici à 12,2% seraient le résultat d'un rétrécissement pulpaire physiologique et /ou pathologique conséquent aux différentes réponses pulpaires faisant suite très certainement aux agressions physico-chimiques et mécaniques chez les patients 38 / 45 ans.

4.1.8. Techniques de Curetage utilisées lors de la StepWise et de la PRC

Tableau 09 : Techniques de curetage

Technique de curetage	StepWise	%	PRC	%
Manuelle	12	26,67%	15	33,33%
Rotative	0	0,00%	0	0,00%
Mixte	33	73,33%	30	66,67%
Total	45	100,00%	45	100,00%



Figure. 41 : Techniques de curetage.

Lors des deux techniques, comme préconisé dans la littérature et notre protocole, dans 73,33% des cas pour la StepWise contre 66,66% pour la PRC, le curetage MIXTE via une grosse fraise boule acier et/ou céramique montée sur contre angle vert a souvent précédé un curetage manuel.

Le curetage manuel exclusif, représentant 26,66% des cas pour la StepWise et 33,33% des cas pour la PRC, a été réservé aux cas où la profondeur cavitaire dépassait les 2/3 de la hauteur coronaire et la dentine ramollie en quantité importante remplissait la cavité carieuse (Notamment chez les sujets jeunes).

*Par crainte d'effraction pulpaire, le curetage rotatif unique et exclusif n'a été ni considéré, ni retenu dans notre arsenal thérapeutique expérimental.*

4.1.9. StepWise : Présence de dentine ramollie avant la 2<sup>ème</sup> étape de curetage

Tableau 10 : Taux de présence de dentine ramollie avant la 2<sup>ème</sup> étape de curetage

Dentine Ramollie avant la 2 <sup>ème</sup> étape de Curetage	StepWise	%
Présence de Dentine Ramollie	38	84,44%
Pas de Dentine Ramollie	7	15,56%
Total	45	100,00%

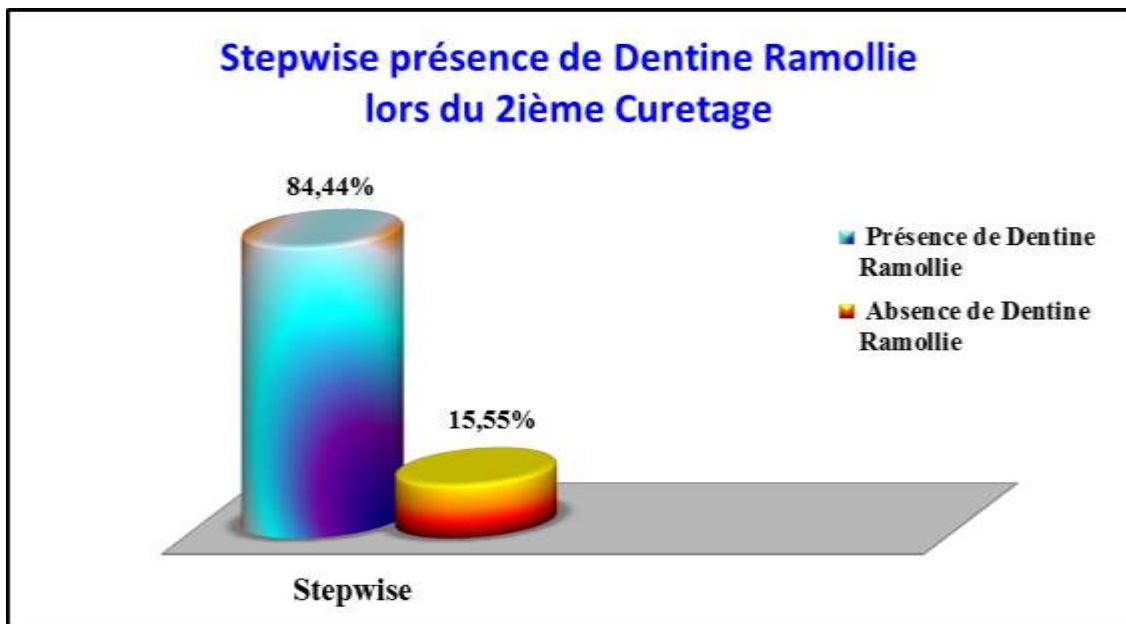


Figure. 42 : 2<sup>ème</sup> étape de curetage : Présence de dentine ramollie.

Dans la technique StepWise, à la fin du traitement et au moment où le ciment verre ionomère est déposé, *avant d'effectuer le 2<sup>ème</sup> curetage*, nous remarquons que dans 15,55% des cas (07 dents) de la dentine ramollie et quelquefois de la dentine déminéralisée sont présentes seulement à l'état de traces sur les parois latérales (malgré le curetage initial minutieux) et la paroi axiale.

A l'inverse, dans 84,44% des cas (soit 38 dents), de la dentine ramollie est retrouvée soit sur la paroi axiale soit sur les parois latérales (à l'état de trace).

4.1.10. Prélèvements Bactériologiques lors de la StepWise et de la PRC

Tableau 11 : Prélèvements bactériologiques

Analyse Bactériologique Prélèvements	Effectués	Non Effectués	Réussis	Echecs	Total
Avant Traitement	82	08	91,11%	8,89%	90
Après Traitement	76	14	84,44%	15,56%	90

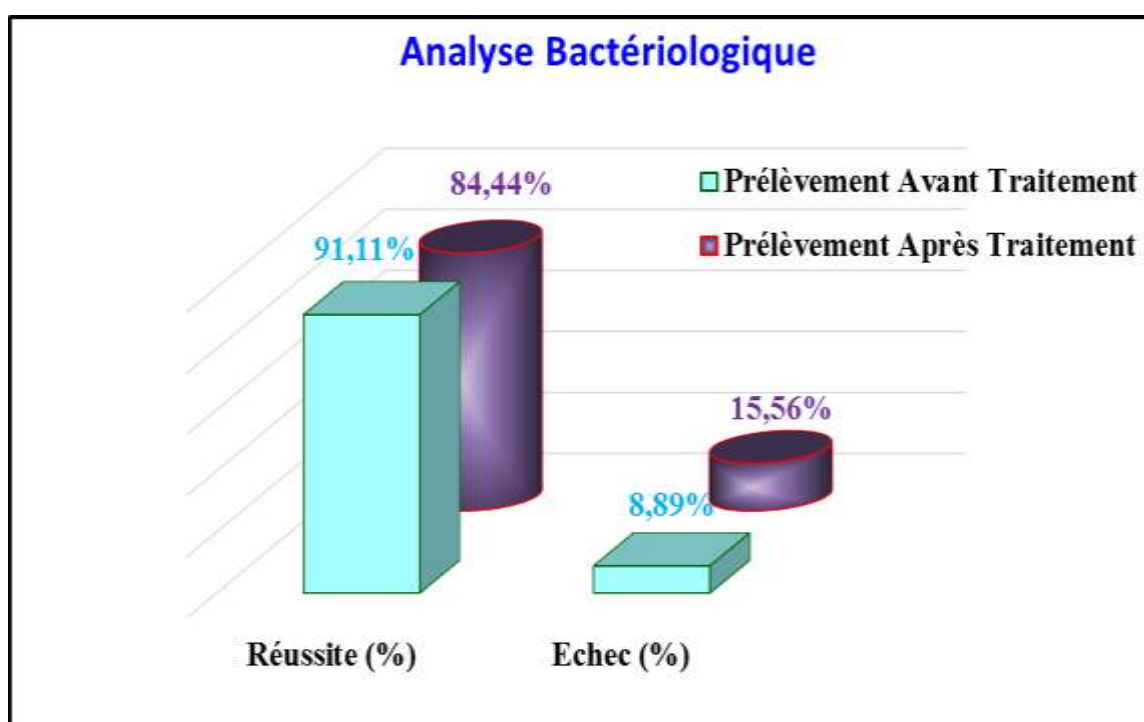


Figure. 43 : Analyse bactériologique.

Dans un premier temps, sur 90 patients pris en charge, dans 91,11, % des cas, nous avons pu réaliser un prélèvement initial contre 08,89 % d'échec. Soit qu'il n'a pas été possible de procéder au prélèvement, soit que l'analyse de l'échantillon n'a pu être probante au laboratoire.

En seconde intention, en fin de curetage et avant scellement de la cavité dans 84,44% des cas, un 2<sup>ème</sup> prélèvement a été effectué et analysé alors que chez les 14 patients Restants, (15,56 %) le prélèvement et/ou la culture se sont avéré infructueux.



4.1.11. StepWise : Charges bactériennes lors des 2 curetages

Tableau 12 : Charges bactériennes à la fin du 1<sup>ier</sup> (J. 0) et 2<sup>ième</sup> curetage (T. 05/06 mois)

Charge Bactérienne	Fréquence Fin 1 <sup>ier</sup> Curetage	% Fin 1 <sup>ier</sup> Curetage	Fréquence Fin 2 <sup>ième</sup> Curetage	% Fin 2 <sup>ième</sup> Curetage
0	0	0,00%	0	0,00%
10	0	0,00%	0	0,00%
100	0	0,00%	9	20,00%
1 000	2	4,44%	19	42,22%
10 000	4	8,89%	6	13,33%
100 000	7	15,55%	5	11,11%
1 000 000	12	26,66%	2	4,44%
10 000 000	15	33,33%	3	6,66%
100 000 000	4	8,89%	1	2,22%
1000 000 000	0	0,00%	0	0,00%
Total	45	100,0%	45	100,0%

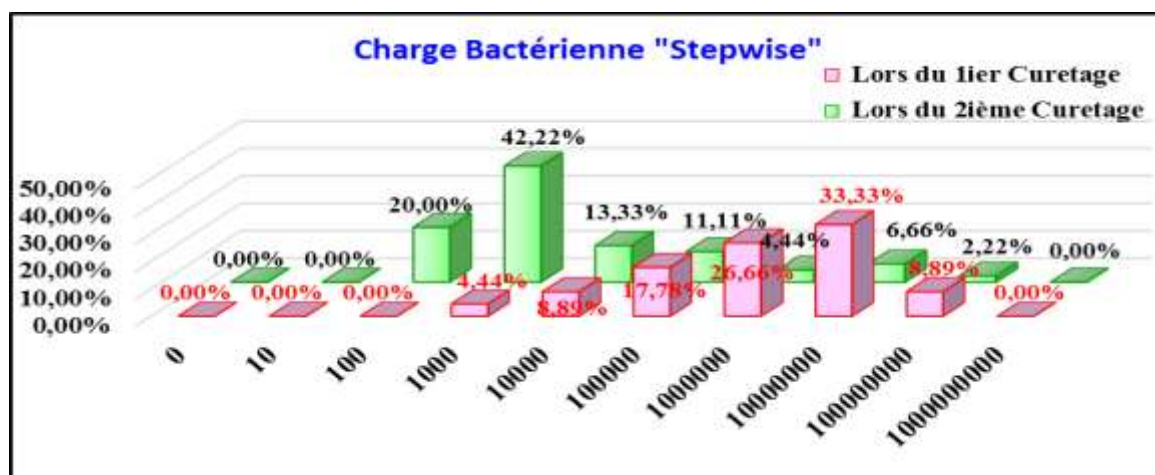


Figure. 44 : StepWise : Charge bactérienne. J. 0 versus T. 09 mois.

En technique **StepWise**, à la fin du 1<sup>ier</sup> curetage la charge bactérienne de 10 000 000 germes/MI est prédominante avec un pourcentage de 33,33% suivie de très près, à 26,66% pour les charges à 1000 000 germes/MI.

Notons que nous avons relevé des charges beaucoup plus élevées de 100 000 000 germes/MI dans 08,89% des prélèvements.

Après temporisation variant de 05 à 06 mois, ouverture de la cavité et réalisation du second curetage dentinaire, nous constatons que la prédominance s'est inversée. Lors du second prélèvement qui clôt le curetage dentinaire partiel, nous remarquons que les charges bactériennes ont très nettement diminuées :

42,22% des cas présentent une charge de 1000 germes /MI et 20,00% à 100 germes/MI alors qu'ils titraient respectivement 04,44% et 0,00% au moment du 1<sup>ier</sup> curetage.

du tableau

L'analyse du tableau12 montre nettement que les prélèvements qui affichaient des charges bactériennes de 100 000 000 germes/ MI (33,33%), 10 000 000 germes/ MI (33,33%) et 1000 000 germes/MI. (26,66%), ont spectaculairement chuté dans le 2<sup>ième</sup> prélèvement, respectivement à 02,22%, 06,66% et 04,44% .

Résultats qui, à notre sens sont très significatifs.

4.1.12. PRC : Charges bactériennes Avant et Après Curetage (J. 0) :

Tableau 13 : Charges bactériennes avant et fin l'unique curetage

PRC Charge Bactérienne	PRC Fréquence Avant Curetage	PRC % Avant Curetage	PRC Fréquence Après Curetage	PRC % Après Curetage
0	0	0,00%	0	0,00%
10	0	0,00%	0	0,00%
100	0	0,00%	1	2,22%
1 000	5	11,11%	4	8,89%
10 000	10	22,22%	11	24,44%
100 000	6	13,33%	12	26,67%
1 000 000	8	17,78%	8	17,78%
10 000 000	14	31,11%	8	17,78%
100 000 000	1	2,22%	1	2,22%
1 000 000 000	1	2,22%	0	0,00%
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>100,00%</b>	<b>45</b>	<b>100,00%</b>

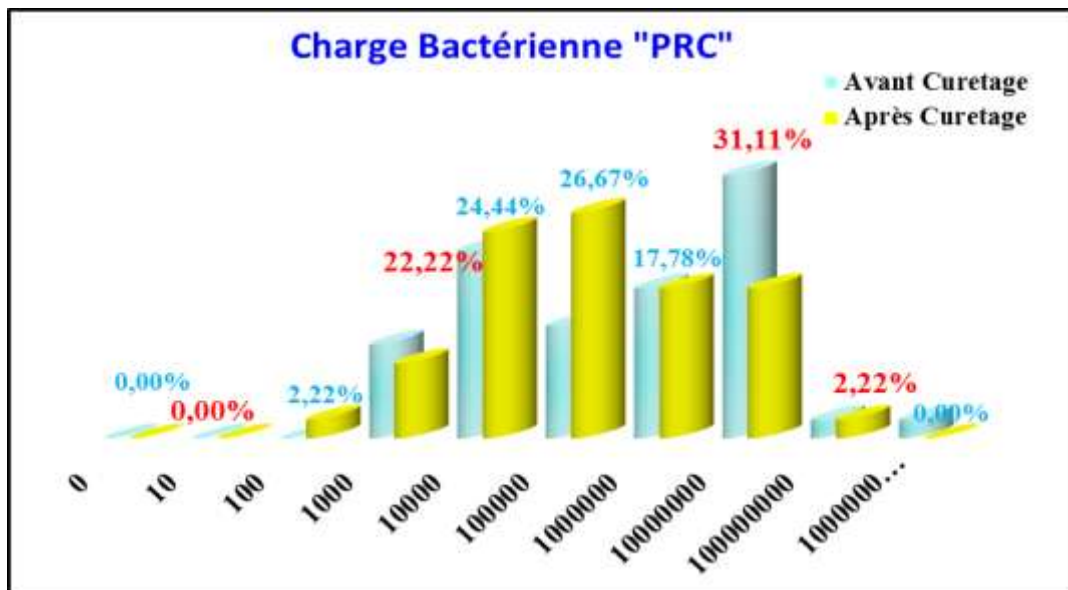


Figure. 45 : PRC : Charge bactérienne avant et après curetage partiel.

En PRC, la logique est respectée. La charge bactérienne de 10 000 000 germes/ML dans 31,11%. est plus basse à la fin du curetage avec un pourcentage de 17,78%

La charge de 100 000 germes/ML passe de 13,33 avant curetage à 23,67% après curetage partiel.

4.1.13. Comparaison des charges bactériennes StepWise/PRC après curetage:

Tableau 14 : Comparaison des charges bactériennes StepWise / PRC après curetage

Comparaison Charge Bactérienne StepWise V/S PRC	StepWise Charge Après 2 <sup>ème</sup> Curetage	PRC Charge Après Curetage	P	KHI2 (x)	Risque
0	0,00%	0,00%	0,00013	14,41	2,12
10	0,00%	0,00%			
100	20,00%	2,22%			
1000	42,23%	8,89%			
10 000	13,34%	24,44%			
100 000	11,11%	26,67%			
1 000 000	4,44%	17,78%			
10 000 000	6,66%	17,78%			
100 000 000	2,22%	2,22%			
1 000 000 000	0,00%	0,00%			
<b>Total</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>			

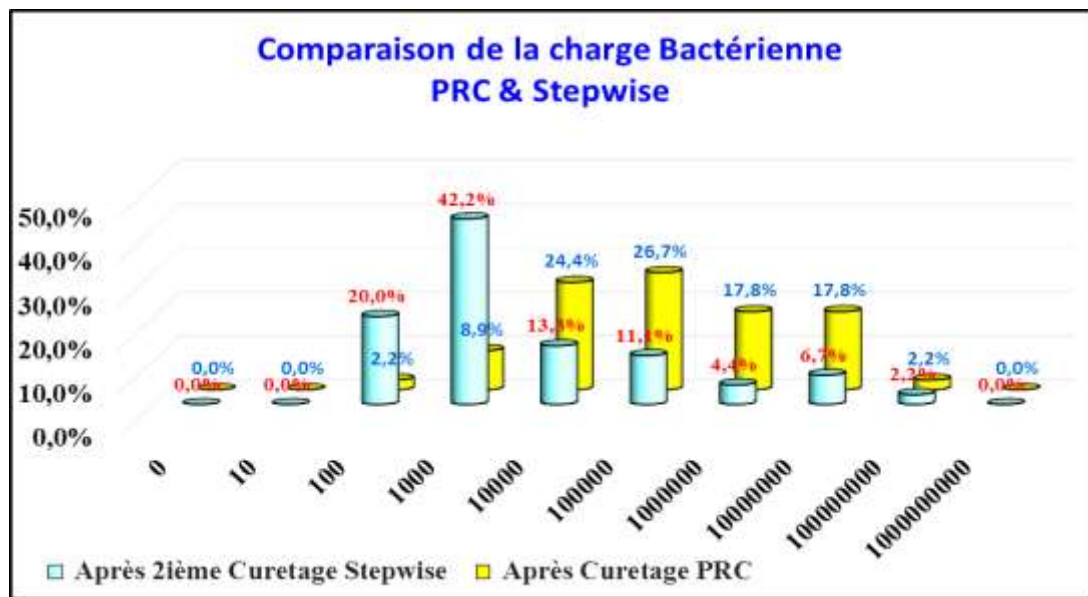


Figure. 46 : Charge bactérienne. Comparaison Stepwise versus PRC.

Le taux des charges bactériennes à 1000 germes/MI s'avère beaucoup plus élevé pour la StepWise : 42,23% contre 8,89% pour la PRC.

Par contre, le taux à 10 000 000 germes /MI est près du triple en PRC (17,78%) par

rapport à la StepWise (6,66%).

Le prélèvement à 100 000 000 germes /MI présente un taux identique pour les 2 techniques avec 02,22 % des cas.

Les taux des charges de 42,23% (1000 germes /MI) et 06,66% (100 000 000 germes /MI) contenues dans les prélèvements lors du 2<sup>ième</sup> curetage en StepWise reflètent bien l'intérêt de cette technique.

Les charges bactériennes emprisonnées entre l'hydroxyde de calcium et le verre ionomère pendant la temporisation en StepWise, n'ont pu évoluer au même rythme que les charges identifiées lors du curetage partiel en PCR.

**Le KHI2 supérieur à 3,4 (14,41) indique une différence significative quant à la présence bactérienne dans la PRC par rapport à la StepWise .**

**Un "P" de 0,00013 nous réconforte dans le constat de nos résultats.**

**Le risque est deux fois voir trois fois plus probable de voir les germes subsister en quantité non négligeable dans la technique PRC versus la SW.**

4.1.14. Taux d'effractions lors du curetage initial en StepWise versus PRC :

Tableau 15 : Curetage initial en StepWise / PRC : Taux d'effractions pulpaire

Effractions	StepWise	%	PRC	%	P	KHI2 (X)	Risque
Oui	2	4,44%	1	2,22%	0,557055	0,3448	2,0000
Non	43	95,56%	44	97,78%			
Total	45	100,00%	45	100,00%			

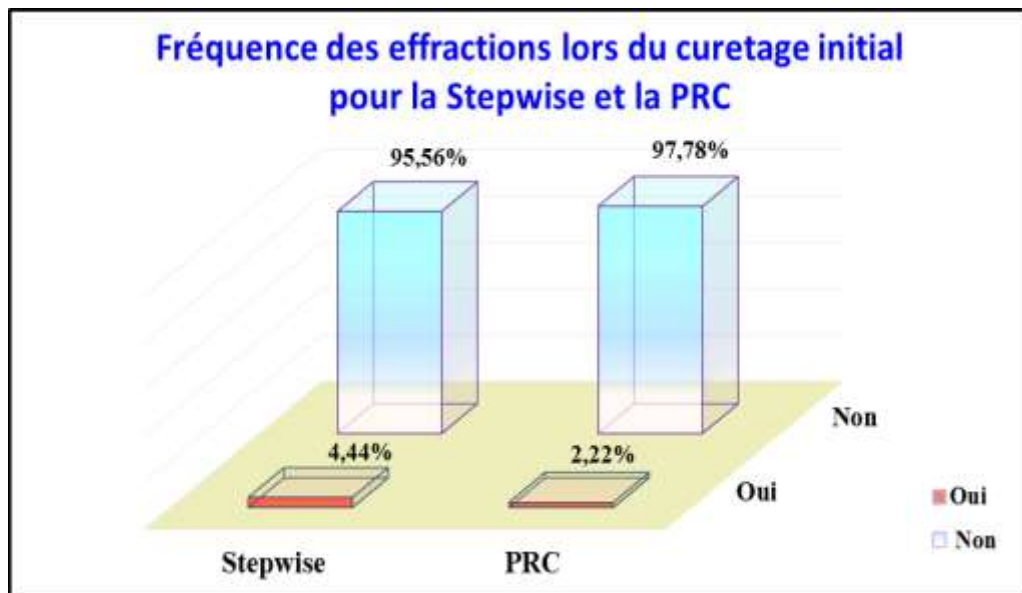


Figure. 47 : Taux d'effractions pulpaire. Curetage initial.

A l'analyse de ce diagramme, nous remarquons que lors du curetage initial en StepWise et partiel en PRC, les taux d'effractions pulpaire sont très faible :

04,44% en StepWise contre 02,22% en PRC.

Les taux de non effraction de : 95,56 et 97,78% sont prometteurs.

**Dans le même temps, statistiquement parlant, il n'existe pas de différences significatives d'effractions entre les deux techniques en début de traitement.**

**Le KHI2 est bien inférieur à 3,84 tandis que le degré de signification (P) est en deçà de 0,05.**

4.1.15. StepWise : Taux d'effractions lors du 2<sup>ème</sup> curetage :

Tableau 16 : Taux d'effractions pulpaire 2<sup>ème</sup> curetage en StepWise

Effractions	StepWise Lors du 2 <sup>ème</sup> Curetage	%
Oui	17	37,78%
Non	28	62,22%
Total	45	100,00%

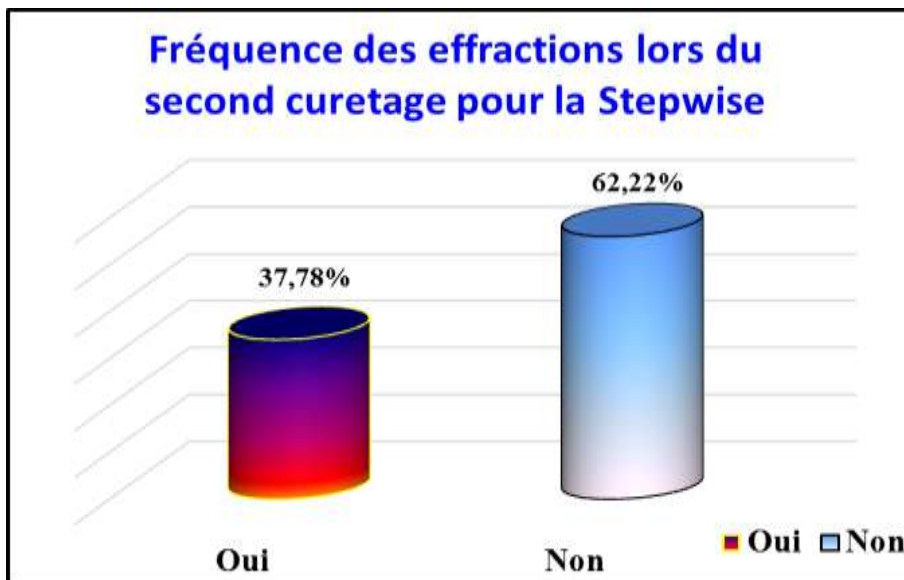


Figure. 48 : StepWise : Taux d'effractions pulpaire. 2<sup>ème</sup> Curetage.

Suite au 2<sup>ème</sup> curetage (le plus complet possible) en stepwise, le taux d'effraction a anormalement augmenté à 37,78% contre 04,44% lors du curetage de la séance initiale (1<sup>ère</sup> séance avant temporisation).

Cela pourrait éventuellement s'expliquer par le désir de la part du praticien de vouloir parfaire l'éviction de la dentine ramollie et la dentine infectée.

L'évaluation visuelle et sensorielle étant à l'appréciation et à la sensibilité de chaque praticien.

4.1.16. Comparaison des taux d'effractions StepWise/PRC en fin de curetage

Tableau 17 : Taux d'effractions pulpaire 2<sup>ème</sup> curetage en StepWise / PRC

Effractions Pulpaire Comparaison Stepwise/PRC	Stepwise	%	PRC	%	P	KHI2 (X)	Risque
OUI	17	37,70%	1	2,22%	0,00002483	17,7778	17,0000
NON	28	62,22%	44	97,78%			
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>100,00%</b>	<b>45</b>	<b>100,00%</b>			

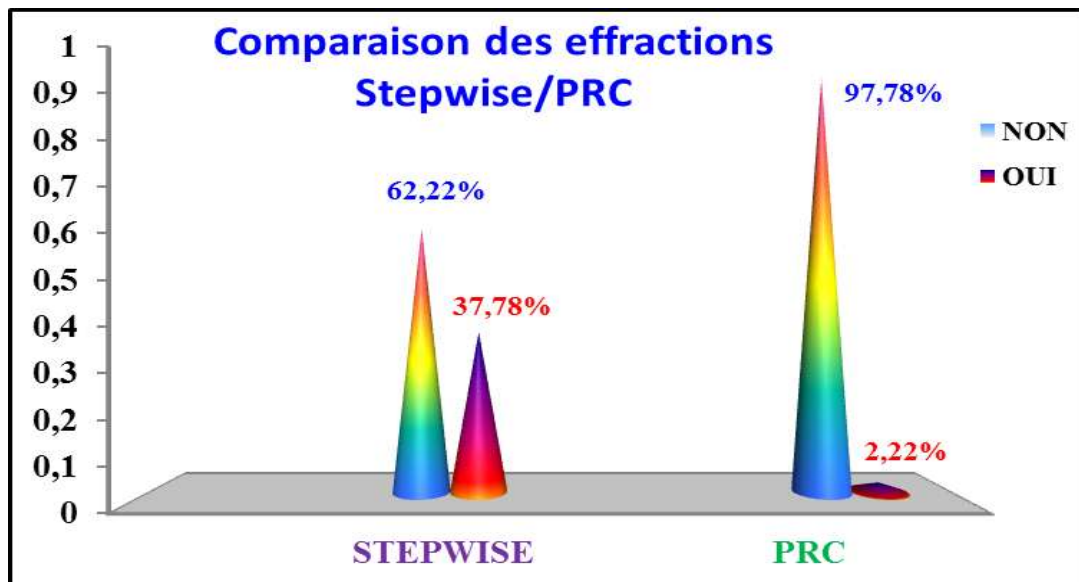


Figure. 49 : Taux d'effractions pulpaire/ Comparaison StepWise/PRC

Ce diagramme, confirme nos constatations précédentes : 37,78% d'effractions en Stepwise contre 02, 22% en PRC.

Ici aussi, la logique est également respectée.

Le vouloir parfaire lors du 2<sup>ème</sup> curetage après dépose de l'obturation de temporisation en StepWise, entraîne inévitablement un taux d'effractions 15 fois plus élevé que celui observé lors du curetage partiel en PRC.



Cependant avec un KHI2 avoisinant 18 (17,7778) et une puissance de signification (P) inférieure à 0,00002 la différence est statistiquement très significative d'autant plus que le risque relatif d'effractions étant 17 fois plus élevé en StepWise qu'en PRC.

Donc, sans hésiter, nous pouvons constater que le second curetage réalisé après la dépose du CVI dans la StepWise est dangereusement effractionnel et peut éventuellement hypothéquer les possibilités de conservation de la vitalité pulpaire à court et moyen terme.

4.1.17. PRC : Périodicité des Contrôles cliniques

Tableau 18 : Contrôles cliniques de nos thérapeutiques

Contrôle Clinique	Après 01 Mois		Après 03 Mois		Après 09 Mois	
	Fréquence	%	Fréquence	%	Fréquence	%
<b>Effectué</b>	67	74,44%	74	82,22%	90	100,00%
<b>Non Effectué</b>	23	25,56%	16	17,78%	0	0,00%
<b>Total</b>	<b>90</b>	<b>100%</b>	<b>90</b>	<b>100%</b>	<b>90</b>	<b>100%</b>

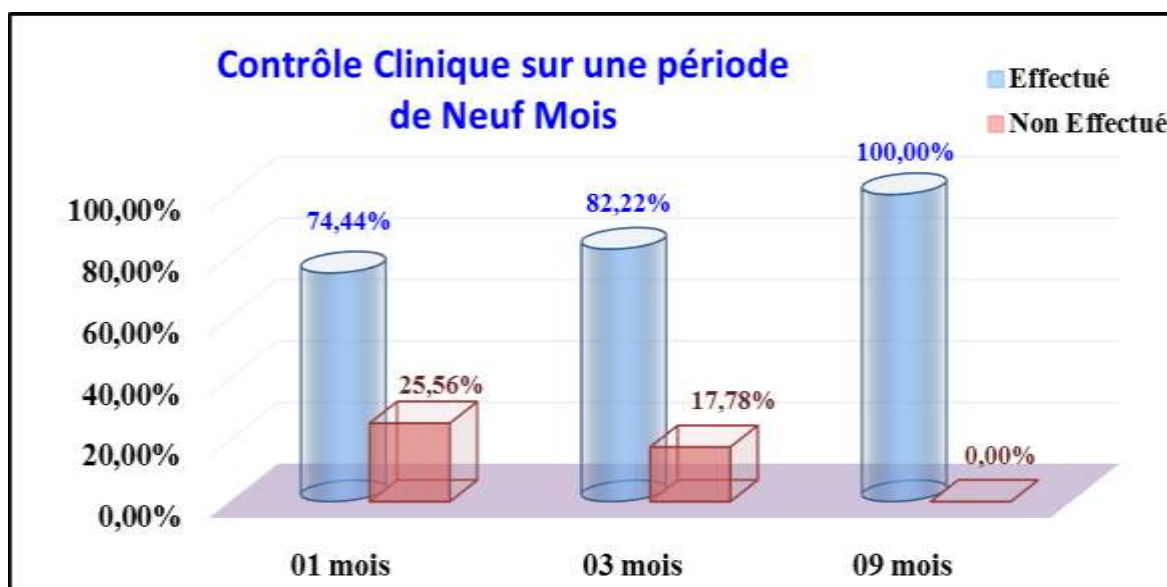


Figure. 50 : Contrôle clinique lors de nos traitements.

Cet histogramme, montre un contrôle clinique effectué dans 74,44% des cas au bout d'un mois, 82,22% au bout de 03 mois et une présence participative de tous les patients à 100,00% au bout de 09 mois faisant suite à nos interventions ; temps ultime pour nos contrôles cliniques retenu dans notre protocole.

Mis à part le 1<sup>ier</sup> mois après intervention où le ¼ des patients retenus n'ont pas jugé utile de se présenter à la consultation, entre 03 à 09 mois la quasi-totalité des patients ont donc respecté notre protocole initial.

4.1.18. StepWise et PRC. Contrôle clinique : Test au froid à 09 mois

Tableau 19 : Test au froid

Test au Froid	StepWise	%	PRC	%	P	KHI2 (X)	Risque
Négatif	10	22,22%	6	13,33%	0,2701045	1,2162	1,6667
Positif	35	77,7%	39	86,67%			
Total	45	100,00%	45	100,00%			

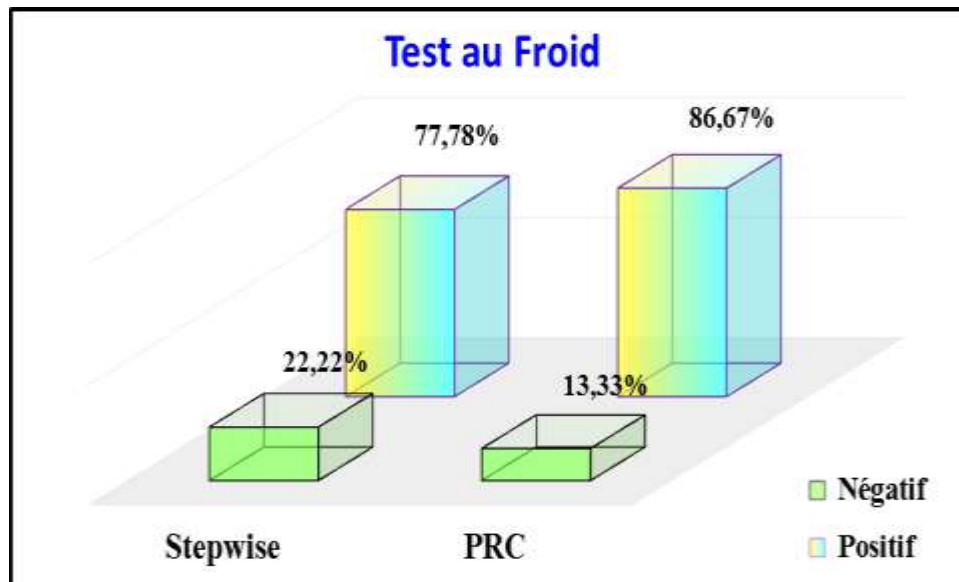


Figure. 51 : StepWise et PRC : Test au froid.

L'un des tests incontestable pour déterminer la *sensibilité pulpaire*, synonyme de vitalité pulpaire et qui reste de nos jours le plus utilisé et le plus fiable est entre autres *le test au froid*.

Les patients se montrent réactifs à ce test dans 77,78% pour la Stepwise et un peu plus significatif pour la PRC avec un taux de 86,66%.

Par contre, il demeure sans effets dans 22,22% des cas pour la Stepwise contre 13,33% dans la PRC. **Il n'y a aucune différences significatives en ce qui concerne la réactivité au test au froid entre la PRC et la SW (P= 0,27).**

4.1.19. StepWise et PRC. Contrôle clinique : Test aux percussions

Tableau 20 : Test aux percussions

Test à la percussion	Stepwise	%	PRC	%	P<,05000	KHI2 (X)	Risque
Positif	14	31,11%	11	24,44%	0,480176	0,4985	1,2727
Négatif	31	68,88%	34	75,55%			
Total	45	100,00%	45	100,00%			

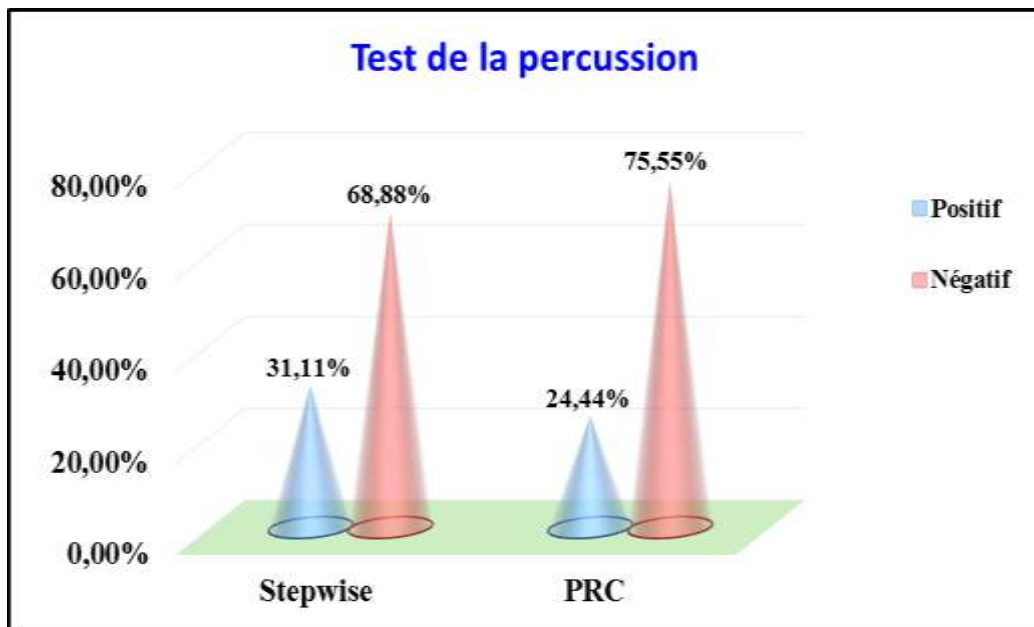


Figure. 52 : StepWise et PRC : Test aux percussions.

Lors des contrôles cliniques, le test aux percussions a été réalisé systématiquement. La réactivité du patient à ces tests indique une lésion pulpaire ou parodontale commençante et/ou installée, donc un échec de notre projet thérapeutique.

. Lors de cette étude, nous relevons que 31,11% des cas "StepWise" ont démontré à un moment ou à un autre des neuf mois du traitement les "signes d'une lésion pulpaire ou parodontale" contre 24,44% des cas pour la PRC.

**Là encore, on ne constate pas de différences édifiantes entre les deux techniques lorsqu'il s'agit de procéder aux tests aux percussions. Le P demeure sous la barre de 0,05 .Il se situe exactement à 0,480176 avec un KHI2 avoisinant les 0,4985 (Inférieur à 3,84).**

4.1.20. StepWise et PRC. Contrôle clinique : Para-Fonctions/Bruxisme

Tableau 21 : Fréquence des para-fonctions

Para-fonctions	Fréquence	%
<b>Non</b>	<b>84</b>	<b>93,33%</b>
<b>Oui</b>	6	<b>6,66%</b>
<b>Total</b>	<b>90</b>	<b>100,00%</b>

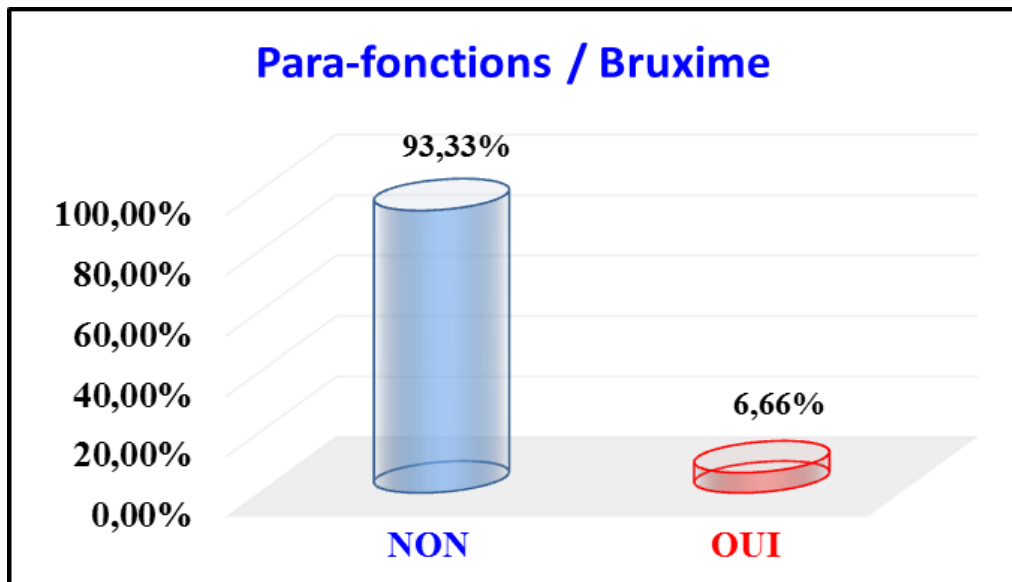


Figure. 53 : Para-fonctions / Bruxisme

93,33% des patients consultés pendant les 09 mois de suivis thérapeutique ne présentaient pas de para-fonctions. Dans notre panel, seuls 6 consultants (6,66%) montraient des signes évidents de para-fonctions avec prédominance de bruxisme.

L'existence de para-fonctions/bruxismes pourrait s'expliquer par la présence de sur-occlusions au niveau des ciments de temporisation.

Ces surcharges occusales seraient également de toutes évidences à l'origine des signes (lignes) radio-claires péri-apicales.

4.1.21. PRC : Contrôle radiologique sur une période de 09 mois.

Tableau 22 : Contrôle radiologique

Contrôle Radiologique	Après 01 Mois		Après 03 Mois		Après 09 Mois	
	Fréquence	%	Fréquence	%	Fréquence	%
Effectué	74	82,22%	65	72,22%	83	92,22%
Non Effectué	16	17,78%	25	27,78%	7	7,78%
<b>Total</b>	<b>90</b>	<b>100%</b>	<b>90</b>	<b>100%</b>	<b>90</b>	<b>100%</b>

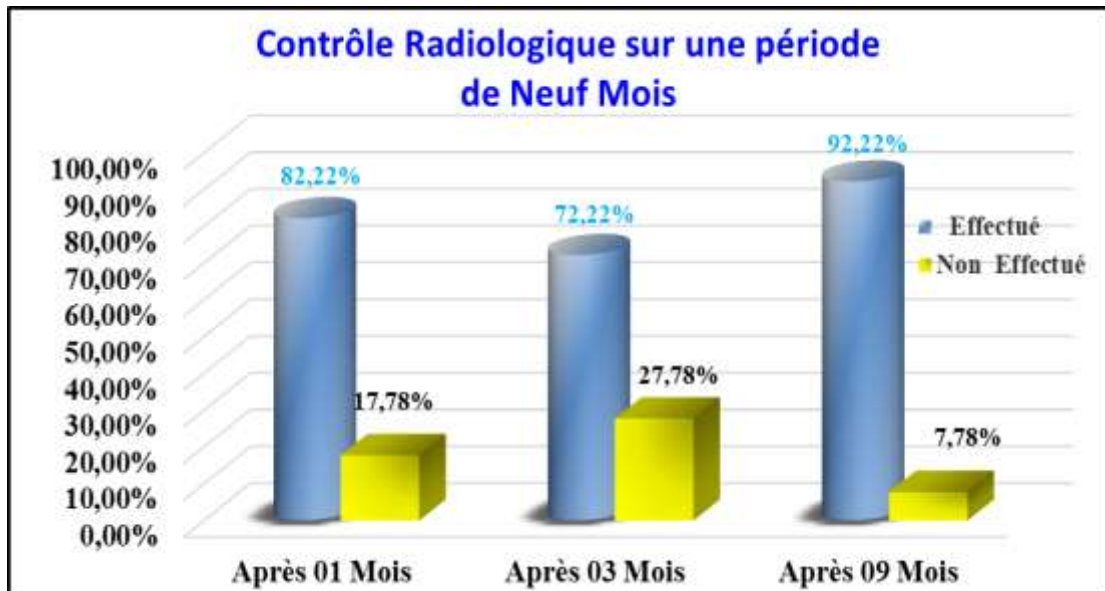


Figure. 54 : Contrôle radiologique sur une période de 09 mois.

Au vu de cet histogramme, il ressort que 82,22% des patients retenus ont bénéficié d'un contrôle radiologique au bout d'un mois post traitement.

Au bout de trois mois, seuls 72,22% se sont présentés au contrôle radiologique.

Par contre, en phase terminale de notre plan de traitement, au bout de neuf mois, 92,22% ayant bénéficié d'un des deux protocoles : StepWise ou PRC ont validé le contrôle radiographique. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que ces patients étaient beaucoup plus motivé par la phase restauratrice définitive (fonctionnelle et esthétique/phase composite).

4.1.22. Présence de la ligne radio-claire au niveau coronaire.

Tableau 23 : Au niveau coronaire : Ligne radio-claire

Au niveau Coronaire Ligne radio-claire	StepWwise	%	PRC	%	P	KHI2 (X)	Risque
Absence de Ligne Radio-claire	15	33,33%	7	15,55%	0,049738	3,8503	2,1429
Présence de Ligne Radio-claire	30	66,66%	38	84,44%			
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>100,00%</b>	<b>45</b>	<b>100,00%</b>			

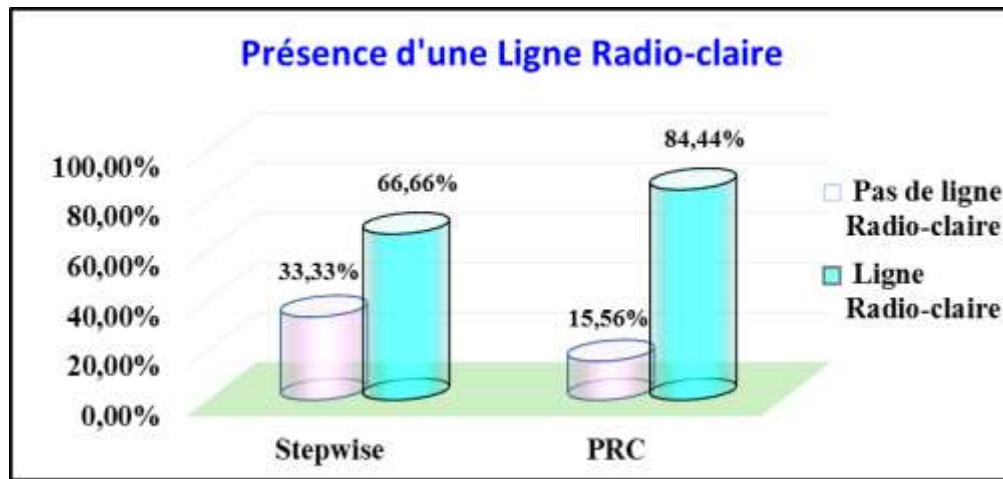


Figure. 55 : Présence d'une ligne radio-claire.

Au bout de 09 mois de suivi thérapeutique, sur le plan radiologique, deux (02) contrôles sont effectués, l'un coronaire et l'autre radiculaire.

Au niveau coronaire des dents ainsi traitées, pour les deux techniques, une fois le traitement estimé achevé, la visualisation de la ligne radio-claire sous l'hydroxyde de calcium (Signe d'une cicatrisation dentinaire probable) est activement recherchée. Elle est évidente sur 30 dents pour la StepWise, ce qui représente 66,66% contre 38 dents (73,33%) pour la PRC et non visible successivement sur 15 et 12 dents. Ce constat de non visibilité ne peut en aucun cas être interprété comme un critère ou un signe certain d'échec.



Dans ce cas, la différence est légèrement significative avec un KHI2 de 3 ,85 sensiblement supérieur à la norme qui est de 3,84 , un P également un tantinet inférieur à 0,05 et un risque 2 ,14 fois plus élevé de voir s'apposer cette ligne de cicatrisation coronaire en PRC qu'en StepWise.

4.1.23. StepWise : Objectivation de la cicatrisation coronaire

Tableau 24 : Au niveau coronaire : Mise en évidence de la cicatrisation

Stepwise : Objectivation de la cicatrisation coronaire	Fréquence	%
<b>Non</b>	<b>15</b>	<b>33,33%</b>
<b>Oui</b>	<b>30</b>	<b>66,66%</b>
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>100,00%</b>

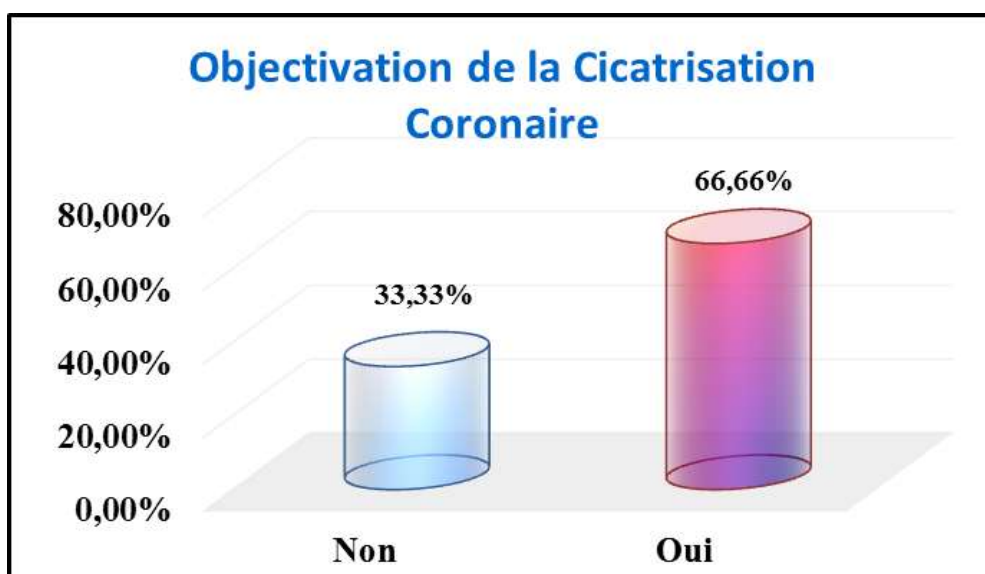


Figure. 56 : StepWise : Cicatrisation coronaire.

Sur le plan clinique et pratique, pour la stepWise, après dépose du ciment de temporisation (CVI), délicatement, à l'aide d'une sonde nous recherchons au niveau du fond de la cavité, la présence ou non d'une couche de dentine dure nouvellement formée.

Nous constatons cliniquement que 30 des 45 dents traitées, soit 66,66% présentent cette couche de dentine néo-formée.

Dans 33,33% des cas, la sonde semble pénétrer dans du tissu mou et provoque une douleur intense, ce qui corrobore les données radiologiques (pas de ligne radio-claire dans 33,33% des cas).

4.1.24. PRC : Objectivation de la cicatrisation coronaire

Tableau 25 : Au niveau coronaire : Mise en évidence de la cicatrisation

Cicatrisation coronaire Etude radiologique	PRC	%
Non	07	15,55%
Oui	38	84,44%
Total	45	100,00%

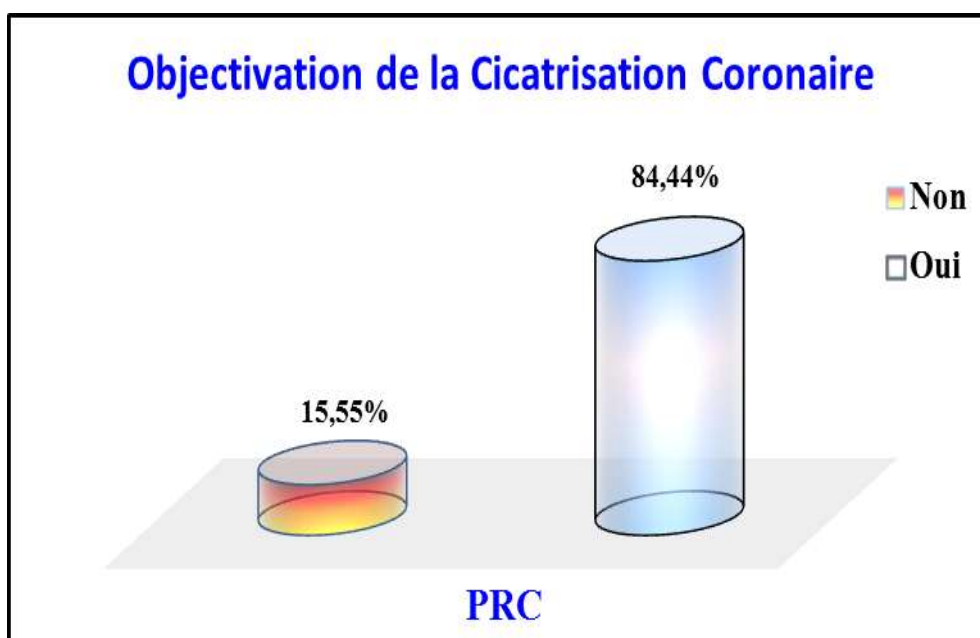


Figure. 57 : PRC : Constats radiologiques de la cicatrisation coronaire.

En se référant à l'étude radiologique (RVG), les 3/4 des patients soit 38 sur 45 donc 84,44% ont montré un probable état de cicatrisation contre seulement 07 cas où la ligne radio-claire signant une éventuelle cicatrisation n'a pas été observée.

Notons encore une fois que cette non observance radiologique ne veut en aucun cas affirmer ou infirmer un éventuel échec de la technique.

4.1.25. Présence d'une zone radio-claire au niveau péri-apical.

Tableau 26 : Au niveau péri-apical : Zone radio-claire

Examen radiologique de la zone péri-apicale	Stepwise	%	PRC	%	P	KHI2 (X)	Risque
Présence d'Image Radio-claire	7	15,56%	10	22,22%	0,419149	0,6527	0,7000
Absence d'Image Radio-claire	38	84,44%	35	77,78%			
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>100,00%</b>	<b>45</b>	<b>100,00%</b>			

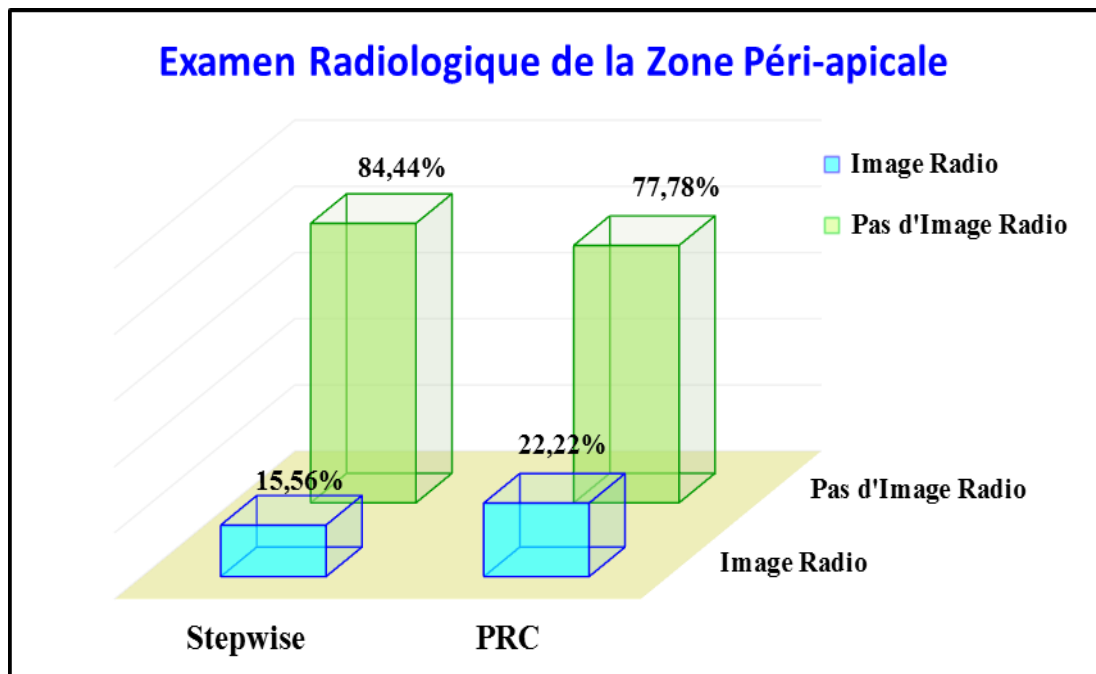


Figure. 58 : Présence d'une zone radio-claire péri-apicale.

Au niveau radiculaire, nous constatons que pour 84,44% (38) des patients en Stepwise, et 77,77% (35) des cas pour la PRC la lecture des RVG effectuées nous a révélé un espace desmodontal radiologiquement sain.

7 cas seulement en Stepwise versus 10 cas en PRC ont présenté une image radio-claire à l'apex, matérialisant la présence d'une lésion péri-apicale potentielle.

Ces images radiologiques confirment bien les résultats obtenus lors des percussions.

**De même pour la recherche lors des contrôles périodiques de cette image pathologique péri apicale, point de différences entre les deux techniques .Un P de 0,41 et un KHI2 de 0,65 sont là pour étayer cette constatation de similitudes. (Sans omettre Ce risque quasi-nul de 0,7).**

4.1.26. Etat comportemental des restaurations:

Tableau 27 : Restauration de temporisation au CVI en StepWise/Composite en PRC

Restauration de temporisation au CVI	StepWise	%	PRC	%	P	KHI2 (X)	Risque
Conservée	40	88,89%	38	84,44%	0,535143	0,3846	1,0526
Défectueuse	5	11,11%	7	15,56%			
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>100,00%</b>	<b>45</b>	<b>100,00%</b>			

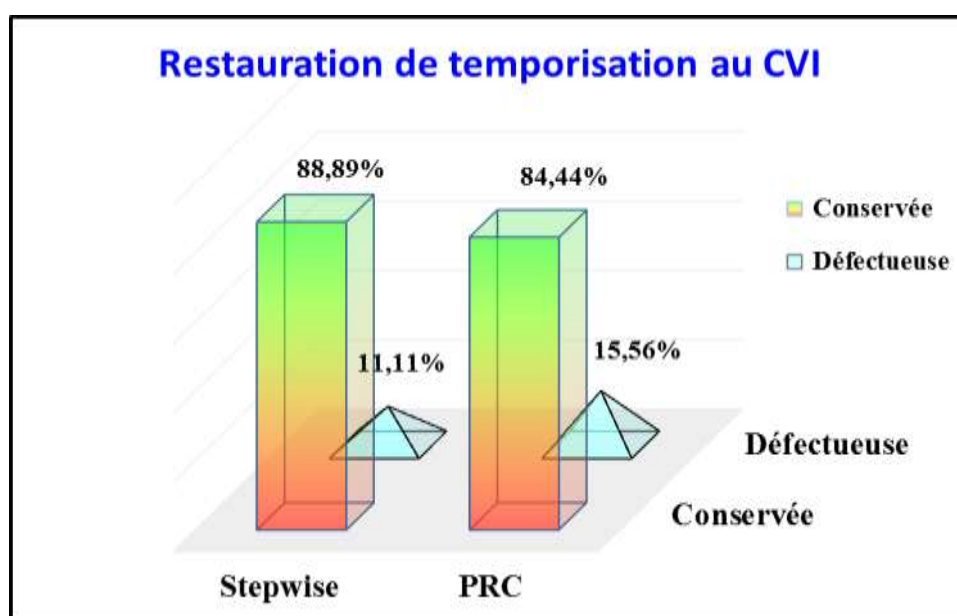


Figure. 59 : Etat comportemental Temporisation au CVI /Restauration composite.

Ce contrôle concerne le comportement et les défaillances au niveau des restaurations de temporisation au CVI, les fractures au niveau du joint, ainsi que les affaissements. Nous avons remarqué que certaines obturations ayant présenté et/ou subi des défections (au nombre de 12, soit 26,67% réparties sur les deux techniques) étaient en rapport avec des patients qui présentaient des para-fonctions initiales type bruxisme, occlusion serrée ou bien une puissante musculature faciale. Parfois, le CVI, en totalité ou en partie a été "perdu" à un moment ou à un autre de la période du traitement.

Dans tous les cas de figures, 88,89% pour la StepWise (temporisation au CVI) et 84,44% en PRC (restauration au composite), les biomatériaux ont pu supporter les contraintes occlusales durant la période allouée au traitement (09 mois en moyenne).

Dans 11,11% et 15,56%, l'obturation de temporisations et/ou la restauration ont dû subir des dommages et nous avons été amenés à refaire la restauration lors d'une séance de contrôle ou bien lorsque le patient s'en est rendu compte et est revenu consulter.

Le taux de conservation moins élevé en PRC qu'en StepWise et par conséquent les possibilités d'échecs plus élevés en PRC pourraient s'expliquer par 2 paramètres :

- Le fait que la nature du matériau de temporisation, beaucoup plus "réceptrice" des atteintes occlusales en StepWise, avec en plus une contraction de prise moins importante, ceci contribuerait à un meilleur comportement du matériau sous les différentes contraintes lors de la cinétique mandibulaire.
- Le fait qu'en PCR, le volume de dentine ramollie et/ou affectée étant beaucoup plus important (curetage partiel), la stabilité de notre restauration au Composite serait beaucoup plus sollicitée.

**Enfin, l'étude de la différence statique du comportement des obturations de temporisation et des restaurations entre la SW et la PRC, démontre que pour les deux techniques il n'y a pas de différence significative.**

4.1.27. Etat clinique des parois latérales et axiales en fin de traitement pour la StepWise et la PRC :

Tableau 28 : Présence de dentine ramollie résiduelle

Présence de dentine ramollie	Stepwise	%	PRC	%	P	KHI2 (X)	Risque
Oui	11	24,44%	38	84,44%	0,0000	32,6580	0,2895
Non	34	75,55%	7	15,55%			
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>100,00%</b>	<b>45</b>	<b>100,00%</b>			

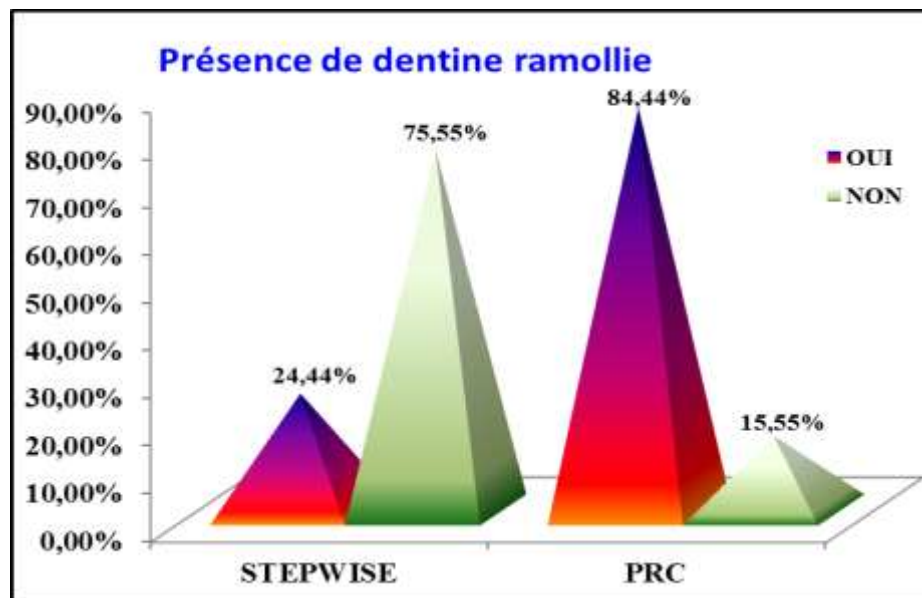


Figure. 60 : Parois latérales et axiales : Présence de dentine ramollie.

Cliniquement, pour la StepWise, après dépose du ciment verre ionomère de temporisation et à la fin du second curetage, on remarque que dans 75,55% des cas (34 dents) aucune trace de dentine ramollie ne subsiste sur les parois latérales et la paroi axiale après constat visuel et tests à la fushine.

Dans 24,44% des cas soit 11 dents, par crainte d'effraction pulpaire, nous n'avons pas osé effectuer l'excavation de la dentine ramollie dans sa totalité à proximité du



plafond pulpaire (état révélé radiologiquement par étude comparative de la profondeur cavitaire avant et après traitement).

Contrairement, en PRC dans **84,44%** des cas (38 dents), nous constatons radiologiquement une présence et persistance de dentine non minéralisée sur les parois axiales.

**le KHI2 se veut hyper significatif de 32,65 avec P aussi inférieur à 0,05, preuve que pour la PRC les parois axiales en fin de traitement sont le siège d'agrégats de germes hétéroclites, mais des germes qui sont à priori inactifs, démunis, sans péril majeur sur la vitalité pulpaire, puisque le risque retrouvé est insignifiant, il est de 0,28 seulement.**

### 4.2. Discussion

En **PRC**, La promotion de la synthèse de la dentine tertiaire est le but premier de la technique, en plus du gain du temps, de la baisse du risque de mise à nue de la pulpe et donc du recours à la dévitalisation et ses conséquences lors de la dépose du pansement (Excavation à la seconde ouverture) et du déploiement d'un arsenal thérapeutique concis <sup>[30, 100]</sup>.

Plusieurs études ayant démontré que les techniques conservatrices suite à une exposition pulpaire ont un pourcentage de réussite peu élevé, mais qu'elles assureraient un meilleur pronostic aux dents ainsi traitées <sup>[34, 58, 91, 109]</sup>.

D'autres travaux ont démontré que *l'activité d'une cavité carieuse isolée de la cavité buccale était stoppée* <sup>[10]</sup>.

Les dents sélectionnées sont la première molaire supérieure droite (16) qui est souvent la dent la plus touchée par le processus carieux avec un pourcentage de 22,22%, la première molaire supérieur gauche (26) avec un pourcentage presque égal de 21,11%, ensuite viennent successivement les 36, 46, 17, 27 puis les 37, 47. et en dernier lieu une quantité négligeable de dents de sagesse

Nous avons également pris soin d'exclure lors de l'interrogatoire, chaque fois qu'il en était possible, les patients présentant des pathologies secondaires (para-fonctions, bruxisme...), pouvant gêner les excavations dentinaires ou favoriser le descellement du ciment de temporisation.

Pourtant dans plus de 6% des cas, il s'avère que de telles pathologies évoluent chez certains patients à bas bruit et dont nous ignorons l'existence.

Dans le souci d'uniformisation de notre échantillonnage et mener à terme l'expérience, ces malades ont été retenus dans le programme de traitement tout en

motivant, sensibilisant et en insistant sur le fait de la nécessité de revoir à des intervalles réguliers les restaurations.

Dans notre étude prospective, 70 cas étaient normalement requis pour valider notre échantillonnage de population cible.

Ayant à l'esprit les cas dits "déperdition", pour sécuriser et étoffer l'étude, nous avons opté pour la retenue de 100 cas (100 dents).

Dès les premiers mois de prises de contact et d'expérimentation, quelques patients (10 cas), n'ont pas désiré poursuivre le protocole thérapeutique.

Notre étude a donc finalement porté sur 90 cas répartis équitablement, au hasard, entre la StepWise et la PRC (45 dents pour chaque technique).

64 des 90 cas élus c'est-à-dire 71,10% sont de sexe féminin.

Ceci pourrait s'expliquer par le fait que c'est la gente féminine qui est au plus proche de l'écoute des recommandations portant sur l'hygiène bucco-dentaire.

En prenant soin de sa denture, elle prouve son intérêt pour la préservation de son esthétique et qu'elle est beaucoup plus motivée que les hommes.

En plus et en règle générale ce sont ces mêmes filles qui sont candidates à un éventuel traitement orthodontique et qui sont orientées en OC/E pour soins conservateurs et restaurateurs avant l'interception orthodontique.

Pour ce qui concerne l'âge des patients, toutes les tranches d'âge sont représentées. Notamment la tranche d'âge de 17 à 20 ans qui représente 26% des cas (Le 1/3 des malades), puis de 20 à 23 ans avec 22% de cas et ainsi de suite.

C'est ce créneau, encore appelé âge "jeune adulte" durant lequel les filles/femmes sont beaucoup plus sensibles à leur aspect esthétique, notamment "le pouvoir du sourire" ce qui expliquerait la présence majoritaire de la frange féminine.

Les patients sont originaires de la région constantinoise avec bien évidemment une majorité à 72% (65 patients) issue du chef-lieu (Constantine) ou l'hôpital est implanté.

Les dents retenues répondent à la classification ICDAS, avec atteintes amélo-dentaires au stade 05 (44,4%) et au stade 06 (55,60%).

A tous les malades, un orthopantomogramme est exigé avant le commencement du traitement.

Après l'anamnèse et l'établissement du diagnostic positif le plus probable (ICDAS 05 ou 06), on entame le traitement proprement dit :

Pour quel matériel devrait-on opter pour enlever la dentine juxta-pulpaire et promouvoir au mieux la reminéralisation tout en lésant le moins possible le complexe pulpaire ?

De nombreuses études ayant prouvé que la préparation de la cavité carieuse pouvait avoir un effet négatif sur la pulpe <sup>[95, 88]</sup> dû aux élévations de température et aux vibrations ; il serait donc envisageable d'utiliser de préférence une méthode manuelle.

Dans notre essai, l'ouverture de la cavité est réalisée avec des instruments rotatifs neufs tournants à grande vitesse sous irrigation, puis, le curetage est exclusivement réalisé de manière manuelle à l'aide d'un excavateur très bien affûté.

Nous avons donc opté pour un curetage mixte (ouverture en rotatif jumelée à une excavation en manuelle), technique la plus employée avec un pourcentage de 73,33% des cas dans la SW contre 66,67% des cas dans la PRC.

Le reste des cas sont pris en charge d'une façon manuelle.

Car à notre humble avis, seul le curetage manuel permet un contrôle précis de l'excavation tout en s'assurant du caractère pliable de la dentine à excaver.

Nous nous sommes appuyés sur les travaux et études de Stanley, White et Mac Cray concernant la reminéralisation et la néo-formation dentinaire lors des coiffages dentino-pulpaire afin de définir le laps de temps nécessaire au suivis thérapeutiques de nos patients.

Nos thérapeutiques et suivis cliniques, se sont donc déroulés sur une période de neuf (09) mois.

**Afin de pouvoir estimer et évaluer les succès et/ou les échecs de la technique de la StepWwise excavation versus la PRC, sur une période de neuf mois, nous avons retenu différents critères.**

- **Flore et charge Bactérienne :**

Dès 2002, Bjørndal rapporte les variations de la flore bactérienne en fonction du site et de l'évolution de la lésion carieuse : ces variations dépendent du caractère ouvert ou fermé du système cario-génique.

Bjørndal observe que lorsque le cas n'est pas traité, et que l'émail protecteur se rompt, on passe alors à un stade d'activité carieuse mixte avec une conversion temporaire du micro-système : Le système étant à présent ouvert en surface, la flore devient très hétérogène et progresse en directions proximales, où l'émail résiduel est encore une protection pour la plaque cariogène ; en profondeur, une flore moins virulente, composée de différents lactobacilles, constitue le système fermé.

En 2008, Thompson et coll. confirment cette théorie en mettant en évidence le fait que l'éviction partielle du tissu carieux suivi du recouvrement par un matériau étanche modifie de différentes façons la flore bactérienne :

Elle est à la fois diminuée en nombre, mais aussi en complexité.

La lésion carieuse prend alors un caractère moins agressif et sa progression ralentit. Ce ralentissement laisse au complexe dentino-pulpaire le temps de produire et

d'apposer de la dentine tertiaire, mais aussi aux tubuli dentinaires de se scléroser afin de diminuer la perméabilité de la dentine juxta-pulpaire.

Ainsi lors de la ré-intervention, la dentine tertiaire néoformée protège le tissu pulpaire d'une potentielle effraction.

Lors du deuxième temps opératoire de la méthode StepWise, on peut d'ailleurs constater l'évolution de l'aspect de la dentine, qui devient plus dure et plus sombre (Hayashi et coll. 2011).

En effet, cette coloration est due aux interactions entre les protéines composant la phase organique de cette dernière et les aldéhydes libérés par les bactéries.

C'est la réaction **Maillard** (Bjørndal et coll. 2000).

Le pH de l'environnement dentinaire repasse d'acide à neutre, permettant une nouvelle précipitation de la dentine déminéralisée.

Les changements dans les acides aminés constituant le collagène de la dentine augmentent sa résistance à de futures attaques protéolytiques éventuelles.

Ces différents phénomènes attestent et expliquent le fait que l'on retrouve une dentine à la fois plus sombre et plus dure lors de la réouverture.

Ricketts et coll. (2013) reprennent quatre études comparant la méthode PRC et l'éviction complète (StepWise).

Au total les résultats montrent que la méthode PRC diminue le risque d'exposition pulpaire de 56%.

Bjørndal et coll. (2011) en comparant les pronostics de dents humaines ayant bénéficié d'un coiffage direct, d'un coiffage indirect ou d'une excavation raisonnée, montre que le fait d'éviter l'exposition pulpaire permettrait d'augmenter considérablement le pronostic de conservation de la vitalité pulpaire.

**Pinto et coll. (2006)** ont réalisé une étude clinique et microbiologique de tissu dentinaire ayant subi un coiffage pulpaire indirect à l'hydroxyde de calcium ou à la gutta-percha, suivi d'une obturation au composite.

Dans les deux cas, on note une forte diminution de la quantité de bactéries à la surface du tissu, que ce soient les aérobies ou les anaérobies, et particulièrement les lactobacilles.

*Dans notre étude*, dès l'ouverture de la cavité carieuse, un prélèvement initial est effectué consécutivement pour les deux techniques.

A la fin du curetage et avant la mise en place du pansement de temporisation ou de la restauration, ces prélèvements ont pu être aisément effectués dans plus de 91% des cas avec un minimum de 84% de cultures réussies.

La charge bactérienne a été évaluée en deux temps par rapport à l'intervention : Immédiatement après l'ouverture de la cavité carieuse (T1), une quantité du volume d'une tête d'épingle a été prélevée et mise sous écouvillon avant d'être envoyée au laboratoire pour analyse.

Puis, ensuite, à la fin du curetage et avant la mise en place du pansement de temporisation ou de la restauration, la même intervention est répétée (T2) et le prélèvement expédié au laboratoire.

Les résultats que nous avons obtenus après cultures, corroborent dans presque la totalité des cas, ce qui a été rapporté par les auteurs sus-cités.

A la réouverture de la cavité, en fin de traitement, c'est-à-dire entre **cinq et six mois (05/06 mois plus tard)** après la mise en œuvre de la technique StepWise, 10 des 45 patients en StepWise, ce qui équivaut à 26,67% des cas, ne présentaient aucune trace de dentine infectée, ni sur les parois latérales ni sur la paroi axiale, ce qui rejoint et confirme les résultats des études suscitées.

Entre le 1<sup>ier</sup> et le 2<sup>ième</sup> curetage, la fréquence des charges bactériennes va décroissante pour pratiquement s'annihiler même pour les charges bactériennes les plus élevées telles que les charges de **100 000 000 G /Ml et 10 000 000 G/Ml** prélevées lors du 1<sup>ier</sup> curetage qui étaient respectivement à 33,33% et 26,66% et descendent lors du 2<sup>ième</sup> curetage après traitement à 02,22% et 06,66% soit un cas sur quatre et trois cas sur quinze.

Par contre, les charges à **1000 G /Ml et 100 G /Ml** qui étaient de 04,44% et 00% passent à 42,22 et 20,00% ; preuves incontestables de l'efficacité de nos curetage.

En **PRC**, nos résultats, très significatifs, confirment celles des recherches menées ultérieurement sur la StepWise excavation et qui dans leur totalité, montraient toutes un changement qualitatif et quantitatif de la flore buccale.

Par exemple, pour **10 000 000** germes /Ml on passe de 24,49% au départ (T1) à 02,22 % à la fin du curetage partiel (T2). Avant le scellement, la flore pathogène était accrue, dominée par la présence de bactéries gram + et de lactobacilles, donc d'une flore essentiellement aérobie.

Certaines études, ont montré qu'à la réouverture pour mise en place du composite pour restauration définitive, la flore est moins virulente et réduite en diversité et en nombre ; confirmant donc la présence d'une flore, présente dans une lésion inactive, avec une population bactérienne très nettement diminuée [35, 84, 111] .

Pour l'une comme l'autre technique, les résultats sont sans équivoques.

Ils démontrent initialement une grande charge bactérienne à la surface de la cavité de carie (Zone nécrotique) et qui subit une nette diminution à la fin du curetage initial.

Cette diminution, hautement significative en PRC et en StepWise, pourrait s'expliquer par le fait que lors des atteintes dentinaires la microflore est essentiellement et spécifiquement aérobie [108, 152, 157] .



Le fait de réaliser une ou deux séances de curetage, puis de confiner la flore restante d'une part sous un hydroxyde de calcium et un verre ionomère hermétique et d'autre part face à une réaction pulpo-dentinaire, cette flore se retrouve donc dans un milieu non viable.

Il a été démontré que ces «caries» n'avaient plus de pouvoir pathogène, leur évolution étant stoppée par l'élimination des facteurs pathogènes, et pouvaient être laissées telles quelles en bouche, sans qu'aucune intervention de curetage secondaire ne soit nécessaire (sauf pour des raisons esthétiques, à la demande du patient).

Il est admis que l'intervalle temps pendant lequel cette dentine cariée est laissée en place permet également une reminéralisation au même titre que la reminéralisation de certaines caries de surface (caries arrêtées) <sup>[155,160,178]</sup> .

Des traces de dentine affectée, en voie de reminéralisation ont été retrouvées dans 24,44% des cas pour la StepWise (à la fin du 2<sup>ème</sup> curetage), Ce qui est négligeable et sans incidences majeures sur les suites de l'intervention thérapeutique.

En PRC, cette dentine affectée/infectée est présente dans 84,44% des cas <sup>[188]</sup> .

- **Les critères cliniques :**

*Les plus évidents sont ceux de l'effraction pulpaire et du maintien de la vitalité pulpaire.*

*Nous avons donc fait appel à l'observation clinique visuelle et aux tests de vitalité.*

- **L'effraction pulpaire :**

Toutes les études réalisées présentent des protocoles semblables mais d'un point de vue clinique ceux-ci semblent difficilement reproductibles. Notamment en ce qui concerne la quantité de dentine cariée à déposer en juxta-pulpaire pour éviter l'effraction.

Bien que chaque situation clinique soit unique, en réalité, le praticien avance toujours plus ou moins à "l'aveugle" dans son estimation de la proximité pulpaire.

**Vianna et coll., en 2007**, n'acceptent pas le principe identifiant l'éviction dentinaire complète comme pourvoyeuse d'effractions pulpaires.

Ils mettent en évidence la perméabilité des tubuli dentinaires surtout dans le cadre d'une carie à progression rapide, tout en soulignant que dans beaucoup de cas de caries profondes les bactéries ont pu envahir le parenchyme pulpaire bien avant une effraction vraie. Selon eux, seule une éviction complète pourra permettre l'absence d'inflammation chronique, qui n'est pas toujours symptomatique.

Selon **Ayashi et coll. (2010)**, le taux de succès d'un coiffage direct après effraction accidentelle est évalué entre 30 à 50% ; éviter cette effraction devient donc impératif. C'est pour cela qu'on se tourne désormais vers de nouveaux concepts basés sur une éviction raisonnée.

Cette modification de l'excavation partielle en une étape permet au praticien de valider le maintien de l'intégrité pulpaire face aux agressions carieuses et d'excavations cumulées.

La quasi-totalité des études concernant la technique PRC, rapportent une diminution du risque d'effraction ; dans l'une d'elles, il est cité une diminution de 11.4% de risques d'effraction par rapport à une excavation complète en une seule étape <sup>[130]</sup> .

Il ressort des études de **Ricketts et coll. (2013)** que l'éviction partielle diminuait l'incidence des effractions pulpaires de 77% par rapport à une éviction complète, et qu'il n'y avait pas de différence significative constatée entre ces deux méthodes concernant les symptômes post-opératoires.

Donc, il est fortement préconisé que les techniques d'éviction complète de la dentine infectée dans le cadre de lésions carieuses profondes sans symptomatologie de pulpite irréversible pourraient être plus ou moins délaissées de nos jours.

Dans notre étude, en PRC, nous avons relevé une forte diminution du risque d'effraction pulpaire lors de la phase d'excavation par rapport à la StepWise. Le risque d'effraction pulpaire objectivé lors de la seconde intervention dans le cas de la StepWise est nettement supérieur à celui enregistré en PRC (Presque un 1/3 d'effraction contre 1/5 pour la PRC).

En StepWise, l'effraction est constatée dans 37,78% des cas (03 fois plus que dans les études citées par Miashita et coll), alors qu'en PRC elle n'est que de 02,22%.

**C'est ce que confirme le P value qui est inférieur à la norme (0,00002483) et la différence significative du KHI2 qui atteint 17.**

Cela pourrait s'expliquer par le fait qu'en PRC il est question de n'enlever qu'une fine partie de dentine ramollie/infectée (curetage partiel) laissant à demeure une couche de dentine protectrice, nous évitant l'approche du plafond pulpaire et servant secondairement de support à la restauration définitive au composite <sup>[112,131,146]</sup>.

**La majorité des effractions pulpaires en StepWise ont été constatées comme conséquente au 2<sup>ième</sup> curetage après réouverture. Soit un taux cumulé entre 1<sup>ier</sup> et 2<sup>ième</sup> curetage de 42,22% (19 cas/45), versus 02,22% (01 cas/45) en PRC.**

### **- La vitalité pulpaire :**

Elle est évaluée grâce à un test au froid dans la majorité des études, ou par un test électrique <sup>[131, 141]</sup>.

Il est rendu possible lors des contrôles cliniques effectués à 01 mois, 03 mois et enfin à 09 mois.

A chaque étape, nous avons procédé à la vérification du maintien de la vitalité pulpaire grâce au test au chlorure d'éthyle (test au froid).

Pour les deux techniques mises en œuvres, notons les absences de patients de l'ordre de 25,56% lors du contrôle à 01 mois, de 17,78% à 03 mois, contrairement aux contrôles à 09 mois où tous les patients (100,00%) étaient présents.

Cela pourrait s'expliquer par des contraintes liées soit aux périodes des examens, soit à l'éloignement, soit encore à des difficultés financières de déplacement.

La dernière séance étant une "obligation" sine qua none pour la restauration définitive.

Néanmoins, à la fin du traitement, en moyenne, nous constatons, que les tests de vitalité pulpaire se montrent significatifs dans 77,77% pour la StepWise et dans 86,66% pour la PRC.

Ce maintien de la vitalité, beaucoup plus élevé en PRC, pourrait trouver son explication dans le fait qu'en PRC le curetage partiel est moins traumatisant qu'en StepWise où le curetage total en deux étapes entraînerait un traumatisme et une réponse inflammatoire au détriment de la vitalité pulpaire.

Le reste (c'est-à-dire successivement 22, 22% et 13, 33%) demeure sans réponses ; ce qui ne signifie pas obligatoirement que la vitalité pulpaire est irréversiblement atteinte <sup>[117,181]</sup> .

Après analyse et comparaison des résultats des différentes études par rapport à nos travaux, nous pouvons conclure que ces deux techniques montrent de bons résultats dans le maintien de la vitalité pulpaire <sup>[42,47,62]</sup> .

**C'est ce qui découle de la comparaison statistique entre les deux techniques. En fait, dans l'absolu, les différences significatives en ce qui concerne la réactivité au test au froid entre la PRC et la SW (P= 0,27) sont vraiment minimes.**

- **Le troisième critère de réussite est l'absence de lésions apicales**, déterminées par des tests aux percussions et des études comparatives radiographiques de la zone concernée :

L'état du desmodonte est ainsi minutieusement vérifié, analysé et noté, tant cliniquement que radiologiquement à chaque contrôle.

Les contrôles radiographiques, comme pour les contrôles cliniques, ont eu lieu à 03, 06 et enfin à 09 mois par rapport à la première consultation <sup>[86, 87]</sup> .

### **- Les Percussions :**

Cliniquement, des percussions axiales et transversales sont périodiquement effectuées pour vérifier au plus près l'état pulpaire et desmodontal.

A la fin du traitement, la moyenne montre des sensibilités dentaires aux percussions dans 31% des cas pour la Stepwise contre presque 25% pour la PRC.

En tout, 65 dents sur 90, ne présentent aucune réponse positive aux tests de percussions axiales et transversales <sup>[73]</sup> .

**Le P demeure sous la barre de 0,05. Il se situe exactement à 0,480176 avec un KHI2 avoisinant les 0,4985 (Inférieur à 3,84). Donc en définitive, nous pouvons dire que nous n'avons pas relevé de différences significatives dans les résultats obtenus entre les deux techniques.**

### **- La Radiographie :**

L'étude comparative des radiographies de contrôle par rapport aux clichés pré-opératoires nous ont permis d'évaluer au mieux l'évolution de la densité osseuse au niveau de la région péri-apicale tout au long de nos suivis thérapeutiques.

Durant toute la période du déroulement de notre étude, dans un souci de validation de nos résultats, lors de ces comparaisons subjectives, nous avons utilisé du même matériel radiologique avec les mêmes incidences, la même intensité et le même laps de temps d'exposition.

Chez certains patients, vu la présence d'un réflexe nauséux ou l'inconfort dû à la rigidité du capteur de la RVG, il nous a été parfois très difficile, voire impossible de prendre les radiographies comme on le souhaitait.

Par exemple à 03 mois, dans 24,07 % des cas, la prise de la RVG était rendue impraticable par ce facteur nauséux.

Cependant, sur la moyenne que nous avons établie, il ressort que dans 84,44% des cas en StepWise aucune image "douteuse" péri-apicale ne vient entraver la réussite du traitement contre 77,77% de réussite présumée pour la PRC.

Ce taux un peu plus faible en PRC, pourrait trouver explication dans le fait de l'existence d'une microflore persistante sous notre restauration, contrairement à la StepWise où le curetage complet n'engendre que peu d'images péri-apicales.

Dans les deux techniques, le desmodonte est d'allure saine. Il arbore une lamina dura continue.

**La recherche lors des contrôles périodiques de cette image pathologique péri apicale s'avère identique pour l'une comme pour l'autre technique, il n'y a qu'une différence minime du nombre de cas présentant des images douteuses entre les deux techniques.**

**Un P de 0,41 et un KHI2 de 0,65 sont là pour étayer cette constatation de similitudes. (Sans omettre ce risque quasi-nul de 0,7).**

Au total, 73 des 90 dents présentent à la radiographie une zone péri- apicale indemne de toute pathologie. Ce qui nous confère un taux de réussite non négligeable.

Les résultats concomitants de ces tests ; cliniques et radiologiques au niveau de la zone péri-apicale confirment nos supputations à propos de la fiabilité des deux procédés.

Enfin, certaines études ont comparé grâce à un système radiologique standardisé le niveau de densité dentinaire sous la lésion carieuse entre les clichés pré-opératoires et

les radiographies de contrôle, ceci afin d'objectiver l'absence de progression de la lésion carieuse et la reminéralisation <sup>[166, 183]</sup>.

Cette reminéralisation observée peut cependant aussi être une sclérose de la dentine, une production de dentine tertiaire ou un mélange de ces différents processus.

En ce qui concerne notre étude, pour la StepWise, dans 66,66%, la RVG met en évidence, après la période de temporisation, l'apposition d'une ligne radio-claire d'épaisseur variable, située immédiatement sous le Ca(OH)<sub>2</sub> et au-dessus du plafond de la chambre pulpaire, signe d'une apposition dentinaire <sup>[49]</sup>.

Cette ligne est matérialisée et confirmée cliniquement une fois que le CVI et le Ca(OH)<sub>2</sub> déposés, avant restauration définitive au composite.

Pour la PRC, dans 73,33%, cette ligne est observée radiologiquement. Ces résultats n'objectivent pas de différence très significative pour les deux techniques.

**Dans notre étude, voir s'apposer cette ligne de cicatrisation coronaire est plus probable en PRC qu'en StepWise.**

**Un KHI2 de 3,85, sensiblement supérieur à la norme qui est de 3,84, un P également inférieur à 0,05 et un risque 2,14 fois plus élevé sont les témoins de cette supputation somme toute objective.**

Le taux de réussite de la technique de stepWise varie selon les études et les périodes de suivi, on a ainsi de 74% à 93% <sup>[37, 40]</sup> de réussite sur un an, de 86% à 97% <sup>[100, 108]</sup> sur 18 mois et de 69% à 90% <sup>[78, 107]</sup> sur trois ans. On observe de plus un taux supérieur à 60% sur une étude dont le suivi s'est fait sur dix ans <sup>[115]</sup>.

Nos résultats font ressortir, un taux d'objectivation tactile de la cicatrisation coronaire dans le cas de la StepWise (signe d'une reminéralisation) de l'ordre de 66,66%, ce qui est légèrement inférieur aux taux des études énumérées ci-dessus.

Néanmoins ce taux reste raisonnable puisque il est au-dessus de la moyenne et corrobore les résultats des travaux antérieurs.

**Nous pourrions déduire que pour les résultats obtenus dans notre étude, comparativement aux résultats des auteurs sus-cités, nul doute, le facteur TEMPS jouerait un rôle prépondérable.**

Une autre problématique est soulevée par la thérapeutique de la StepWise (SW) : Quel est l'intervalle optimal entre les deux ouvertures ? Dans les études analysées par une revue de la littérature, cet intervalle va de quatre (04) semaines à douze (12) mois.

Mais quelle est la durée réellement nécessaire et suffisante ? En sachant que cet intervalle de temps est indispensable pour la reminéralisation de la dentine cariée et la synthèse de dentine tertiaire et que la dentine réparatrice met au minimum trente jours pour être mise en place.

Cependant, au bout de combien de temps y a-t-il suffisamment de dentine tertiaire pour permettre une réouverture et une nouvelle excavation carieuse sans risquer l'effraction ?

Suite aux résultats des études de **Stanley, White et Mc Cray**, sur la néo-formation dentinaire, actuellement, il est universellement admis que la première dentine tertiaire apparaît peu avant le 13<sup>ième</sup> jour post-opératoire. Le taux de formation le plus élevé se situe entre le 27<sup>ième</sup> et le 45<sup>ième</sup> jour à raison de 03,5  $\mu\text{m}/\text{j}$ . Ce taux va diminuant pour atteindre des dépôts d'environ 023,  $\mu\text{m}/\text{j}$  entre le 72<sup>ième</sup> et le 132<sup>ième</sup> jour (04 mois et demi).

Afin de pallier à toutes éventualités, nous avons opté pour une temporisation de 05 à 06 mois avant réouverture.

***Pourquoi avons-nous retenu un laps de temporisation de 05 à 06 mois avant la réouverture pour la seconde intervention ?***



Selon certains auteurs, l'intervalle peut être motivé et modifié par la quantité de dentine infiltrée laissée en place et par la nature du matériau de scellement intermédiaire utilisé [169].

Dans une étude de suivi sur dix-huit mois, des radiographies standardisées ont été prises à des intervalles définis afin de comparer la reminéralisation sous la restauration.

Une radiographie a d'abord été prise le jour de la première excavation, ensuite après la seconde excavation à 6-7 mois et enfin une dernière de contrôle entre quatorze et dix-huit mois.

Les radiographies ont été comparées à l'aide d'un logiciel qui déterminait le niveau de gris présent dans deux zones de contrôle et une zone située sous la cavité, dans la zone déminéralisée.

Cet article montre qu'entre la première radiographie et la seconde il y a un changement dans la zone déminéralisée indiquant une reminéralisation mais qu'entre la seconde et la troisième radiographie aucun changement n'est observé.

Cela permet d'affirmer que l'intervalle de temps pour la réouverture peut être compris dans une période allant de **deux à six mois [40]**.

Nous nous sommes fiés à cette étude et nous avons effectué des contrôles cliniques et radiologiques à 01 mois puis à 06 mois, ensuite à 09 mois et c'est en fait à partir du deuxième contrôle radiologique ; c'est à dire pratiquement à 06 mois que cette ligne cicatricielle a pu être mise en évidence sur le logiciel utilisé.

C'est pourquoi dans notre étude, nous avons sciemment arrêté le deuxième temps d'intervention à **cinq/six mois (05/06)**, laps de temps retenu afin de pouvoir comparer les résultats PRC / StepWwise.

*La technique StepWise* nécessite de la part du praticien deux interventions au fauteuil et de la part du patient une nécessité de suivi et de motivation rigoureux.

De nombreuses études rapportent également une "déperdition" de patients au cours de l'étude et qui ne reviennent pas au deuxième rendez-vous. Ces patients sont donc «dans la nature», avec un matériau de scellement temporaire sur une dent délabrée. Nous, dans notre étude nous avons sélectionné plus de 100 patients.

06 patients pour la Stepwise et 04 pour la PRC ne sont plus revenus au bout d'un mois, limitant notre population cible à 90 patients.

Cette déperdition reste négligeable par rapport aux nombre de patients motivés et omniprésents.

La technique supposée les aider à garder leurs dents vitales les amènera au final à devoir la dévitaliser ou à l'extraire, ce qui constituera un échec du traitement.

*La PRC (Partial Removal Caries)* ou éviction partielle est une technique d'odontologie ultra-conservatrice. Sa finalité, l'éviction carieuse ; se rapproche de la technique stepWwise, avec pour différence :

- Eviter au plus l'exposition pulpaire par la conservation d'une couche de dentine cariée au niveau juxta-pulpaire.

- Elle ne préconise pas de ré-intervention pour curetage.

Le matériau apposé en fond de cavité sera donc laissé en place et devra participer à la reminéralisation de la dentine sous-jacente.

Cette méthode a fait l'objet d'études comparatives depuis quelques années par Ricketts mais est décrite depuis 1999 par Ribeiro <sup>[78, 84]</sup> .

Après avoir étudié la possibilité de réaliser une excavation carieuse avec la technique stepWise excavation, les auteurs de ces études se sont demandé s'il était vraiment nécessaire de rouvrir la cavité pour excaver la dentine infiltrée restante, étant donné

que « sa » flore inactive n'était plus en mesure de menacer la vitalité de la dent [105, 109] .

Parfois, il y a persistance de dentine ramollie après la seconde ouverture ce qui peut signifier que le processus carieux a persisté à être actif même de façon infime et ce, en dépit des moyens thérapeutiques mis en avant [84] .

En accord avec ces auteurs, dans notre essai, c'est ce qui a été observé avec la StepWise lors de la deuxième séance d'excavation totale où nous avons comptabilisé 11 cas (24,44%), présentant une présence de dentine ramollie sous l'hydroxyde de calcium.

Par contre, chez les patients traités en PRC, en radiographie, nous avons pu constater une zone homogène sous nos restaurations.

### **- Exposition pulpaire, douleurs post-opératoires et évolutions pulpaires :**

Hayashi et coll. (2011), soulignent le fait que la réaction pulpaire et sa capacité à revenir à un état physiologique "normal" étaient comparables que ce soit après une éviction partielle (PRC) ou après une technique stepwise [37] .

Ils confirment également le bénéfice obtenu pour éviter l'exposition pulpaire en technique PRC.

La méthode PCR semble donc réduire les risques d'exposition pulpaire, tout en offrant un aussi bon pronostic que le coiffage pulpaire indirect traditionnel.

Ils préconisent comme matériau de coiffage l'hydroxyde de calcium ou un ciment polycarboxylate enrichi en fluor ; leur but étant de réduire la charge bactérienne et de promouvoir une reminéralisation dentinaire.

Les résultats des différentes études rassemblées par Ricketts et coll. en 2013 n'établissent pas de différences significatives en termes de signes cliniques ou

subjectifs post-opératoires entre des dents traitées par méthode PCR et des dents traitées par éviction complète n'ayant pas occasionné d'exposition pulpaire<sup>[32, 39, 40, 158]</sup>

Pour les patients ayant eu des douleurs pré-opératoires, d'après Bjørndal et coll. (2010), il n'y a pas de différence significative entre stepWise et PCR quant à la quantification de la douleur aux jours 1 et 7.

Bjørndal (2008) relève cependant les réticences des praticiens liées au risque d'oblitération pulpaire que pourrait occasionner une inflammation chronique de la pulpe après une StepWise excavation, rendant un éventuel traitement canalaire plus difficile. Cependant il souligne qu'aucune relation de cause à effet n'a à ce jour été prouvée.

Il souligne également le coût élevé de ce traitement, imputable autant à la haute qualité des ciments d'obturation qui doivent assurer une étanchéité optimale, mais également à la ré-intervention.

Enfin, il n'écarte pas le risque de dégénérescence à bas bruit de la pulpe et préconise un suivi clinique et radiographique régulier sur le long terme afin de s'assurer de la vitalité de la dent.

Concernant les symptômes post-opératoires, **Manton (2013)** compare les méthodes d'éviction complète ( StepWise excavation) et l'éviction partielle (PRC).

Il ne constate pas de différence significative entre les deux méthodes.

Aussi, par superposition des résultats et observations cliniques obtenus dans notre étude, nous constatons une concordance avec les résultats décrits ci-dessus :

Dans nos résultats, l'objectivation radiologique de la ligne de cicatrisation coronaire est de l'ordre de 66,66% pour la StepWise contre 73,33% pour la PRC, ce qui est similaire aux résultats des études précédentes.

De plus, une étude ayant réalisée un suivi de 10 ans sur des dents ainsi conservées montre qu'aucune dent ne présente au bout de ces 10 ans un quelconque signe d'inflammation pulpaire ou de nécrose <sup>[34,91]</sup> .

Comparativement, dans la nôtre, à l'instant de la finalisation de ce travail, aucun malade n'est revenu se plaindre des conséquences de son traitement.

Au niveau des résultats à long terme, suite à l'utilisation de la PRC, une étude a suivi sur 10 ans des dents traitées de cette façon, le succès était défini par l'absence de signes cliniques et radiologiques et l'absence de symptômes de sensibilité pulpaire. Le taux de survie global a été respectivement de 97% à 1,5 ans ; 90% à 3 ans ; 82% à 5 ans et 63% à 10 ans <sup>[107, 112]</sup> .

Par contre, d'autres études nous donnent des chiffres de réussite différents.

Une étude comparant la technique de l'excavation partielle versus la *stepWise excavation* montre un résultat positif de 91% à 3ans (152 dents incluses) <sup>[122]</sup> , une autre étude comparant également les deux techniques d'excavation montre un résultat de 99% de réussite à 18 mois (153 dents traitées par la technique d'excavation partielle) <sup>[30, 146]</sup> .

Dans notre étude, sur un suivi de neuf mois, mis à part "l'affaissement" de certaines obturations au CVI, remarqué en début et au cours du traitement de temporisation (11% pour la StepWise **avec un P négligeable**), les patients retenus pour cette technique n'ont souffert d'aucune complication, ni de signes d'appels.

Cependant, le peu de recul dans notre étude, notre population cible arrêtée à 90 patients, nous incitent à plus de retenue dans l'interprétation des résultats, à une prudence dans nos conclusions et nous incitent à reconsidérer un suivi sur le moyen et le long terme.

### - Le matériau de coiffage :

L'hydroxyde de calcium, par sa libération d'ions calcium et hydroxydes, stimule la reminéralisation du tissu sous-jacent (**Murray et coll. 2003**).

Les techniques préconisées, la Partial removal caries mais aussi la StepWise exploitent le potentiel de reminéralisation du tissu affecté laissé en place.

La dentine déminéralisée est laissée en place entre le tissu pulpaire et le matériau de coiffage (Ca(OH)<sub>2</sub>). <sup>[89, 118, 168]</sup> .

Mais c'est dans l'aspect de la dentine que la différence se fait : A la réouverture entre 4 et 7 mois post-opératoires, **Pinto** rapporte que la dentine déminéralisée, qui était jaunie et légèrement ramollie après éviction de la dentine infectée, devient plus foncée et plus dure dans 85% des cas traités à l'hydroxyde de calcium, contre 68,4% avec la gutta percha.

A la fin de notre étude, les mêmes constatations ont été faites cliniquement et radiologiquement et notamment avec la StepWise où nous avons procédé à l'éviction complète du CVI et de l'hydroxyde de calcium avant la restauration définitive. Une dentine foncée et dure est souvent visualisée à l'œil nu au-dessus du plafond pulpaire.

En total accord avec la littérature, nous pouvons retenir que ces résultats mettent en évidence à la fois le caractère antibactérien de l'hydroxyde de calcium (attribué à son pH alcalin), mais également son influence positive sur la reminéralisation de la dentine, par sa libération constante d'ions calcium. De plus son coût assez faible, sa disponibilité et sa mise en place aisée en font un matériau de choix et sans risques.

### - Fiabilité et durée de vie des obturations :

**Hevingaet coll. (2010)** comparent la résistance à la fracture de dents obturées uniquement au composite hybride, avec ou sans éviction partielle.

**Alves et coll. (2010)** confirment ce fait par l'étude radiographique de 13 dents ayant subi une éviction partielle, 10 ans après, ils constatent que la dentine cariée restante est reminéralisée et de la dentine réactionnelle s'est formée.

**Maltz et coll. (2012)** confirment ces résultats par une étude de trois ans sur 299 traitements de caries profondes.

Il conclut que la rétention de dentine cariée n'interfère en rien dans la réussite du traitement et que la ré-intervention décrite dans la méthode StepWise est superflue. Concernant la fiabilité de l'obturation les résultats sont les mêmes, et ce même en incluant dans les techniques d'éviction partielle celles préservant la totalité de la dentine (no dentinal excavation).

Dans le même sens, **Alleman et Magne (2012)** considèrent qu'il est préférable de réaliser l'obturation complète avec un système adhésif et une résine composite sans protection dentino-pulpaire. D'après eux, la perte d'adhésion d'un composite sur de la dentine affectée est de l'ordre de 25 à 33%. Cette différence serait imputable à la présence de métallo-protéases matricielles qu'on peut désactiver par l'application de chlorhexidine concentrée de 0,2 à 2%. Cette application est donc préconisée pour une meilleure étanchéité de l'obturation. De plus, ils préconisent l'utilisation de détecteurs de carie (colorant à base de propylène-glycol, laser à fluorescence...) pour s'assurer de l'absence de dentine cariée en périphérie, paramètre essentiel pour assurer une bonne étanchéité de l'obturation.

Par contre, certaines études font ressortir avec évidence que les obturations placées sur un fond de dentine cariée sont significativement moins résistantes que celles placées après éviction complète.

**Schwendicke et coll. (2013)** comparent la vitalité et la durée de vie des dents sur l'arcade après avoir subi une éviction carieuse complète en StepWise excavation ou une éviction partielle en une étape.

Il en résulte que l'éviction partielle en une seule étape donne les meilleurs résultats à condition que l'obturation soit parfaitement étanche, d'où l'importance comportementale des obturations et restaurations.

Afin d'aider à l'élimination des bactéries présentes dans la dentine infectée restante, des systèmes adhésifs contenant des agents antibactériens ont été mis au point.

**Pupo et coll. (2013)** prouvent l'efficacité d'un polymère quaternaire de méthacrylate d'ammonium incorporé dans le système adhésif Clearfil™ SE Bond à éliminer les souches *S. Mutans* tout en n'interférant pas dans l'efficacité de l'adhésion.

Ce dispositif permettrait de réaliser des évictions partielles voire seulement amélaire, dans le cadre de lésions carieuses moyennes, sans protection dentino-pulpaire interposée.

Dans notre étude, il y a concordance entre les paramètres mis en exergue, les résultats bactériologiques et les tests de vitalité pulpaire.

En éviction partielle (PRC), ces résultats sont souvent plus prometteurs que ceux retrouvés lors de la Stepwise.

Cependant, l'affaissement de certaines obturations : 07 pour la PRC (15,55%) et 5 pour la StepWise (11%), nous interpelle à plus de rigueur et de prudence lors du suivi de ces 02 techniques ultra-conservatrices.

Enfin, après analyse et discussion, les résultats obtenus dans notre humble travail de recherche sont en parfaite concordance avec les conclusions de la plus part des auteurs.

Il ressort que la PRC est essentiellement une technique évitant une effraction pulpaire potentielle ; or lors de la deuxième ouverture (StepWise) ce risque est toujours présent, et cette technique peut alors être considérée comme un échec.

En évitant cette effraction, nous mettons en évidence l'obtention d'un certain taux de reminéralisation et donc le durcissement de la dentine cariée résiduelle.



La formation de cette dentine dure est primordiale pour la tenue sur le long-terme de la restauration définitive, pierre angulaire dans la réussite du traitement.

Dans ce sens, notre position est confortée par l'étude sur les techniques d'éviction carieuse réalisée en 2013 par **Chwendicke**, et qui fait référence à ce jour.

« L'éviction partielle semble avantageuse, particulièrement dans le cas de lésions carieuses profondes car elle réduit le risque d'exposition pulpaire et de symptomatologie post-opératoire par rapport à l'éviction complète.

De plus, il n'y a pas de preuve évidente qu'une dent ayant subi une PRC, soit plus sujette à des complications ».

## *CONCLUSION*

L'abord de notre modeste contribution sur le thème de la PRC pourrait être interprété par certains comme "outrage à la science" ou pire "une offense" aux données préalablement acquises en odontologie conservatrice et restauratrice.

Même avec un but aussi noble que celui d'espérer obtenir une reminéralisation d'une dentine cariée et sa substitution par une barrière de tissu dur qui protégerait le complexe pulpo-dentinaire ; pouvait-on permettre et/ou admettre laisser à demeure une dentine ramollie, infestée de germes, de substances organiques dégradées et de substrats alimentaires sous un matériau de restauration ?

Jadis, lors de nos études, on nous a inculqué des dogmes infrangibles et des principes de base incontestables : La nécessité de réaliser un curetage mécanique et manuelle en alternance aussi complet et parfait possible afin d'espérer éradiquer les germes responsables du processus carieux et éviter ainsi toute récurrence ou évolution insidieuse du processus carieux.

De nos jours, avec l'évolution des bio-matériaux de restauration, l'acquisition de nouvelles données sur le processus carieux, l'arsenal thérapeutique de plus en plus riche et performant mis à notre disposition, tout comme les multiples facettes offertes dans le choix des méthodes et approches thérapeutiques, nous incitent à reconsidération :

\* Privilégier les approches minimalistes, conservatrices aussi bien en matière tissulaire qu'en quantité des matériaux utilisés.

\* Nos approches devraient évoluer vers les techniques de sauvegarde de l'intégrité de l'organe dentaire autant se faire que peut !

Dans nos expérimentations, les résultats obtenus en PRC par rapport à la Stepwise, nous rassurent et nous réconfortent à plus d'un point :

- Le taux d'effractions pulpaire est minimal en PRC.
- Le laps de temps de temporisation Stepwise/PRC est identique.
- La PRC donne un meilleur confort thérapeutique patient/praticien.
- En PRC, la dentine sous-jacente montre une bonne minéralisation.

Cependant, en PRC, quelque fois la dentine affectée laissée à demeure semble interférer quant au comportement du matériau de temporisation dans le temps.

Nous avons également pu constater la difficulté dans la réalisation du bilan biologique pulpaire et dans l'importance de définir et pouvoir quantifier l'état d'inflammation pulpaire.

Tous ces paramètres, voies très intéressantes pourrait constituer un réel intérêt de la part de nos jeunes chercheurs.

Il reste bien entendu que la pierre angulaire, de toute évidence, est que ces thérapeutiques vont être très difficiles à faire admettre et entrer dans les mœurs.

A titre d'exemple, en atteste une étude réalisée par Schwendick en 2013: sur les 821 praticiens ayant répondu au sondage, 70% refusent de réaliser une éviction partielle car craignent que la carie continue d'évoluer malgré l'obturation étanche, 59% avouent préférer un traitement plus invasif pour faciliter la restauration coronaire.

Les résultats de nos études rejoignent ceux décrits par **Ribeiro**. La méthode d'éviction partielle ferait chuter les risques d'effraction pulpaire à plus de 75%. Nous remarquons le même taux concernant les symptômes post-opératoires et les risques d'échec.

Nous pensons également au vue de la littérature et de nos résultats, que la reintervention lors de la StepWise reste discutable.

les limites de nos interventions restent tributaires du choix du cas clinique, du respect du protocole envisagé, des biomatériaux et de la technique opératoire envisagée.

Pour preuve, cette perspective très alléchante et prometteuse, pour nous cliniciens, **Torabzadeh et Asgary (2013)** .

Après réalisation d'une éviction partielle de la dentine sur une dent semblant présenter une symptomatologie de pulpite irréversible et radiologiquement des lésions apicales sur les deux racines.

*Le traitement réussit néanmoins, remettant en question le consensus selon lequel une pulpe en voie de nécrose ne peut pas guérir.*

Cependant, s'agissant d'un cas isolé, des études plus poussées en ce sens gagneraient à être abordées.

De toute évidence le laps de temps concernant notre expérimentation étant assez court (09 mois), une étude sur 02 à 03 ans validerait certainement nos résultats.

## **PERSPECTIVES**

Encore une fois tenant compte du risque assez important de biais, les niveaux de preuves des études réalisées sont limités.

Il est évident qu'il faut plus de résultats et d'études clinique pour conclure à la fiabilité des protocoles et préciser les matériaux à employer (fond de cavité, adhésif antibactérien, adoption de biomatériaux tricalciques...etc.).

Aussi pour validations scientifiques, d'autres recherches sont nécessaires :

-Lors de nos recherches, nous avons été confrontés à la difficulté de définir et quantifier la profondeur de la lésion carieuse et/ou de l'épaisseur de la dentine infiltrée à laisser en fond de cavité, exigées pour entrer dans le protocole de façon reproductible.

-Le critère tactile (sondage de la présence ou non de la dentine infiltrée) reste encore de nos jours hautement subjectif et laisser à l'appréciation du praticien, critère toujours non reproductible.

-L'orientation vers les nouvelles technologies types aides visuelles et surtout détection par camera intra-buccale à fluorescence laser (soprolife) pour les niveaux d'excavation dentinaire, de préparation cavitaire, de vérification de l'efficacité de nos curetages pour être envisagé et permettre une approche quantitative et qualitative reproductible.

Aussi pour ce modeste travail, nous espérons par l'intermédiaire de conférences, tables rondes, ateliers cliniques :

\* Promouvoir, admettre et adopter les deux concepts auprès des praticiens algériens ainsi qu'auprès de l'administration sanitaire (Afin de réduire les coûts des traitements surtout au niveau étatique) et mettre l'accent sur l'intérêt de la conservation de la vitalité pulpaire et les moult gains qu'elle suscite.

\*Proposer des modalités pratiques de réadaptation des deux techniques pour adoption par les omnipraticiens algériens.

\* Inciter les confrères à plus de réflexion pour l'option d'une dentisterie minimaliste dans leurs prises de décisions thérapeutiques car actuellement, la plupart des traitements endodontiques ne sont pas justifiés d'un point de vue biologique et constituent une mutilation de l'organe dentaire.



## ***BIBLIOGRAPHIE***

1. **AAPD.** Reference Manual. Guideline on pulp therapy for primary and immature permanent teeth. 2014–2015;36:242–50.
2. **Abdalla Ai, Davidson Cl.** Comparison of the marginal integrity of in vivo and in vitro Class II composite restorations. *Journal of Dentistry* 1993; 21(3): 158-62.
3. **Ahmed AAR, García-GodoyF, Kunzelmann K-H.** Self-limiting caries therapy with proteolytic agents. *Am J Dent.* oct 2008;21(5):303-312.
4. **Aidan N.** Adhesif automordançants. *Inf Dent* 2004 (44):3155-3157.
5. **Akah Mai M, Daifalla Lamia E, Yousry Mai M.** Bonding of Bulk Fill versus Contemporary Resin Composites: A Systematic Review and Meta-analysis. *Indian Journal of Science and Technology*, 2016, vol. 9, no 20.
6. **Alani AH, Toh CG.** Detection of microleakage around dental restorations: a review. *Operative Dentistry* 1997; 22(4): 173-85.
7. **Alleman DS, Magne P.** A systematic approach to deep caries removal end points: the peripheral seal concept in adhesive dentistry. *Quintessence Int BerlGer* 1985. Mars 2012;43(3):197-208.
8. **AllemanDS, Petrou MA, Alhamoui FA, Altarabulsi MB, Alkilzy M, Splieth CH.** A randomized clinical trial on the use of medical Portland cement, MTA and calcium hydroxide in indirect pulp treatment. (2014) *Clin Oral Invest*;18:1383-89.
9. **Altunsoy M, Botsali MS, Sari T, Onat H.** Effect of different surface treatments on the microtensile bond strength of two self-adhesive flowable composites. *Lasers Med Sci.* 2015; 30: 1667-73.
10. **Alves LS, Fontanella V, Damo AC, Ferreira de Oliveira E, Maltz M.** Qualitative and quantitative radiographic assessment of sealed carious dentin: a 10-year prospective study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics.* 2010;109(1):135–141.
11. **Amarante de Camargo DA, Sinhoreti MAC, Correr-Sobrinho L, De Sousa Neto MD, Consani S.** Influence of the methodology and evaluation criteria on determining microleakage in dentin-restorative interfaces. *Clin Oral Investig.* 2006 Dec; 10(4): 317-23.
12. **Anceau C.** Les différents moyens de diagnostic des caries proximales. [Thèse de doctorat d'université en chirurgie dentaire]. Nancy: Université Henri Poincaré Nancy I, 2011, page: 44-170.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- 13. Anderson MH.** Air abrasion in an era of declining caries. The Compendium of continuing education in dentistry. 2001; 22(11A): 1040-43.
- 14. Aoki A, Ishikawa I, Yamada T, Otsuki M, Watanabe H, Tagami J, et al.** Comparison between Er:YAG laser and conventional technique for root caries treatment invitro. J Dent Res. juin 1998;77(6):1404-1414.
- 15. Arbeille P et Herault S.** Généralités sur les mécanismes physiques des effets biologiques des ultrasons. JEMU, J.Echogr. Med. Ultrasson. 1997: 18(5), 306.
- 16. Arisu HD, Uctasli MB, Eliguzelolu E, Ozcan S, Omurlu H.** The effect of occlusal loading on the microleakage of Class V restorations. Oper. Dent. 2008, 135-41.
- 17. Arora A, Acharya S, SaraswathiMv, Sharma P.** A comparative evaluation of dentinal hypersensitivity and microleakage associated with composite restorations in cavities.
- 18. Bahar A et TogomoriS.** The effect of normal pulsed Nd-Yag laser irradiation on pits and fissures in human teeth .Caries res2000;34:144,150.
- 19. Bail.G :** Prise en charge des lésions carieuses initiales : proposition d'un protocole d'évaluation de la résine d'infiltration comme nouvelle approche thérapeutique. Thèse présentée le 19 juin 2012 Université DE BRETAGNE OCCIDENTALE.
- 20. Banerjee A, Kellow S, Mannocci F, Cook RJ, Watson TF.** An in vitro evaluation of microtensile bond strengths of two adhesive bonding agents to residual dentine after caries removal using three excavation techniques. J Dent. juin 2010;38(6):480-489.
- 21. Banerjee A, Kidd eam et WatsonTf.** In vitro evaluation of five alternative methods of carious excavation .Caries Res 2000;34:144-150.
- 22. Banerjee A, Thompson ID, Watson TF.** Minimally invasive caries removal using bio-active glass air-abrasion. J Dent. janv 2011;39(1):2-7.
- 23. Banerjee A, Watson TF, Kidd EA.** Dentine caries: take it or leave it? Dent Update. août 2000;27(6):272-276.
- 24. Banerjee.A.** Minimale intervention dentistry: part 7.Minimally invasive operative caries management: rationale and techniques.Br Dent.J.Févr.2013;214(3):107-11.
- 25. Begat A:** Description des pratiques professionnelles sur la prise en charge à minima des lésions carieuses initiales en Gironde. [Thèse de doctorat d'université en chirurgie dentaire]. Bordeaux : Université de Bordeaux - Collège des sciences de la santé, 2015, page : 19-26.



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- 26. Beighton David.** The complex oral microflora of high-risk individuals and groups and its role in the caries process. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2005 Aug;33(4):248-55. doi: 10.1111/j.1600-0528.2005.00232.x.
- 27. Bensoussan Joy,** Dentiste à Cergy ; Les Lasers en Odontostomatologie.
- 28. Bergenholtz G, Axelsson S, Davidson T, Frisk F, Hakeberg M, Kvist T, Norlund A, Petersson A, Portenier I, Sandberg H, Tranæus S, Mejare I.** Treatment of pulps in teeth affected by deep caries -a systematic review of the literature. *Singapore Dent J.* 2013;34(1):1–12.
- 29. Bergenholtz G, Spångberg L.** Controversies in Endodontics. Critical reviews in oral biology and medicine: an official publication of the American Association of Oral Biologists. 2004;15(2):99–114.
- 30. Berrebi J.** Les LASERS: « Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation » Quoi, pour quoi, comment? *Laser Trib.* avr 2012;4(4):28-30.
- 31. Bjørndal L, DDS, PhD.** Indirect Pulp Therapy and Stepwise Excavation. *PEDIATRIC DENTISTRY* V30/N 03 MAY/JUN 08.
- 32. Bjørndal L,** Dentin and pulp reactions to caries and operative treatment: biological variables affecting treatment outcome. *Endodontic Topics* 2002 ; 2 : 10-23.
- 33. Bjørndal L,** Indirect pulp therapy and stepwise excavation. *J. Endod.* 2008;34:S29–33.
- 34. Bjørndal L, Larsen T.** Changes in the cultivable flora in deep carious lesions following a stepwise excavation procedure. *Caries Research.* 2000;34(6):502–508.
- 35. Bjørndal L,** Reentry May Not be Needed After Partial Caries Removal in Mainly Young Permanent Molars With Caries Involving Half or More of the Dentin Thickness. *J Evid Based Dent Pract.* juin 2013;13(2):62-3.
- 36. Bjørndal L, T.Darvann.** A light Microscopic Study of Odontoblastic and Non-Odontoblastic Cells Involved in Tertiary Dentinogenesis in Well-Defined Cavitated Carious Lesions. *Caries research* 1999;33:50-60.
- 37. Bjørndal L, T.Larsen, A.Thylstrup.** A Clinical and Microbiological Study of Deep Carious Lesions during Stepwise Excavation Using Long Treatment Intervals. *Caries Research* 1997;31:411-417.
- 38. Bjørndal L, T.Larsen.** Changes in the Cultivable Flora in Deep Carious Lesions following a stepwise Excavation Procedure. *Caries Research* 2000;34:502-508.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- 39. Bjorndal L, Thylstrup A** : A practice-based study on stepwise excavation of deep carious lesions in permanent teeth : a one-year follow-up study. *Community Dent. Oral Epidemiol.* 1998 ; 26 : 122-128.
- 40. Bjorndal L.** STEPWISE EXCAVATION.. *Monogr Oral Sci* 2018;27:68-81. doi: 10.1159/ 000487834. Epub 2018 May 24.
- 41. Bjorndal L, Reit C, Bruun G, Markvart M, Kjaeldgaard M, NK102.sman P, Thordrup M, Dige I, Nyvad B, Fransson H, Lager A, Ericson D, Petersson K, Olsson J, Santimano EM, Wennström A, Winkel P, Gluud C** : Treatment of deep caries lesions in adults: randomized clinical trials comparing stepwise vs. direct complete excavation, and direct pulp capping vs. partial pulpotomy. *Eur. J. Oral Sci.* 2010 ;118 : 290-297.
- 42. Boirie J.** Performance diagnostique de diagnodent sur dents temporaires : revue systématique de la littérature. [Thèse de doctorat d'université en chirurgie dentaire]. Nice : Université de Nice Sophia-Antipolis, 2013, page : 11-12.
- 43. Borges BC, de Souza Borges J, Braz R, Montes MA, De Assuncao Pinheiro.** Arrest of non-cavitated dentinal occlusal caries by sealing pits and fissures: a 36-month, randomised controlled clinical trial. *International Dental Journal* 2012;62(5):251-5.
- 44. Bouammar O.** Evaluation de l'étanchéité des ciments silicates tricalciques (MTA®, MMMTA®, Biodentine®) dans les obturations rétrogrades en chirurgie endodontique: analyse de 55 la littérature. 2014. 46 p. Thèse d'exercice de santé; 2014LYO1D030.
- 45. Bugnard C.** Alternatives à l'endodontie [ thèse de doctorat]. TOULOUSE UNIVERSITÉ TOULOUSE III – PAUL SABATIER faculté de chirurgie dentaire, 2013. page 30-57.
- 46. Caicedo R, Aboutt PV, Alongi DJ, Alarcon MY.** Clinical, radiographic and histological analysis of the effects of mineral trioxide aggregate used in direct pulp capping and pulpotomies of primary teeth. *Aust Dent J.* 2006 Dec;51(4):297-305. doi: 10.1111/j.1834-7819.2006.tb00447.x.
- 47. Camilleri J, Pitt Ford TR.** Mineral trioxide aggregate: a review of the constituents and biological properties of the material *Int Endod J* 2006 Oct;39(10):747-54. doi: 10.1111/j.1365-2591.2006.01135.x.
- 48. Cate J.M.Ten.** Remineralization of Caries Lesions Extending into Dentin. DOI:10.1177/OO220345010800050401

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- 49. Cate JM ten, Cotter PD, Hill C** (2003) Surviving the acid test: responses of gram-positive bacteria to low pH. *Microbiol Mol Biol Rev* 67:429–453.
- 50. Cattani-Lorente MA, Godin C, Meyer JM.** Mechanical behavior of glass ionomer cements affected by long-term storage in water. *Dent Mater.* 1994;10(1):37–44.
- 51. Chang SW, Kum KY, Safav K.** Trace metal contents of three tricalcium silicate materials: MTA Angelus, Micro Mega MTA and Bioaggregate. *INTERNATIONAL ENDODONTIC JOURNAL* 31 OCT 2012 .DOI.org/10.1111/iej.12208.
- 52. CHARLAND, VOYER, , CUDZINOWSKI .** La carie dentaire étiopathogénie, épidémiologie, diagnostic et traitements : encore beaucoup à découvrir. *J Dent Que* 2001; 38:409-419.
- 53. Chazel J-C, Esber S, Kouassi M, Pélissier B.** Pulpopathies iatrogènes. Étiologies, prévention et traitements. *Médecine buccale - 28-260-V-10.* 2008.
- 54. Cohen S, Hargreaves KM, Berman LH.** Cohen's pathways of the pulp. St. Louis, Mo.: Mosby Elsevier; 2011. 952 p.
- 55. Coll JA, Campbell A, Chalmers NI.** Effects of glass ionomer temporary restorations on pulpal.
- 56. Colon P, Goldberg M et al.** « Biodentine® : vers une dentine synthétique en capsule ? » *Le cercle dentaire*, Mai 2010b, 42.
- 57. Corgié J.** Préservation de la vitalité pulpaire dans le cadre d'une atteinte carieuse profonde : concepts actuels. [thèse de doctorat]. LYON: Université CLAUDE BERNARD-LYON I U.F.R. D'Odontologie, 2014. page : 19-30.
- 58. Corgié Josephine, Fagundes TC, Barata TJE, Prakki A, Bresciani E & Pereira JC.** (2009) Indirect pulp treatment in a permanent molar: Case report of 4-year follow-up *Journal of Applied Oral Sciences* 17(1) 70-74.
- 59. Corralo DJ, Maltz M.** Clinical and ultra structural effects of different liners/restorative materials on deep carious dentin: a randomized clinical trial. *Caries Res.* 2013;47:243–50.
- 60. COXET, C.F. ; SÜBAY, R.K. ; OSTRO, E. ; SUZUKI, S. ; SUZUKI, S.H.** Tunnel defects in dentin bridges : their formation following direct pulp capping. *Oper Dent*, 1996, 21 : 4-11.
- 61. Curti M, Rocca J-P, Bertrand M-F, Nammour S.** Morpho-structural aspects of Er:YAG-prepared class V cavities. *J Clin Laser Med Surg.* avr 2004;22(2):119-123.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- 62. Dammaschke T, Rodenberg TN, Schäfer E, Ott KHR.** Efficiency of the polymer bur Smart Prep compared with conventional tungsten carbide bud bur in dentin caries excavation. *Oper Dent.* avr 2006;31(2):256-260.
- 63. De Moor RJG, Delmé KIM.** Laser-assisted cavity preparation and adhesion to erbium-lased tooth structure: part 1. Laser-assisted cavity preparation. *J Adhes Dent.* déc 2009;11(6):427-438.
- 64. DELBOS Y, NANCY J.** Carisolv® ou la dissolution chimique de la carie à la portée de tous enfin opérationnelle. *Rev D'Odonto-Stomatol.* déc 2005;293-300.
- 65. Demant S, Markvart M, Bjørndal L :** Quality-Shaping Factors and Endodontic Treatment amongst General Dental Practitioners with a Focus on Denmark. *Int. J. Dent.* 2012 ; 2012 : 526137, 7 pp .
- 66. De Schepper EJ, White RR, von der Lehr W (1989)** Antibacterial effects of glass ionomers. *Am J Dent* 2:51–56.
- 67. Deuet, H ; (2017).** Traitement des lésions carieuses profondes par un curetage partiel : Illustration par un cas clinique de l'étude Deep Caries Treatment (DECAT). Univ. Lille II.
- 68. Dictionnaire francophone des termes d'odontologie conservatrice,** 2010.
- 69. Discher C:** Le laser en odontologie pédiatrique. [Thèse de doctorat d'université en chirurgie dentaire]. Toulouse :Université de Toulouse III –Paul Sabatier, 2014, page :39-42.
- 70. Douglas A; Young; John DB; Featherstone; Jon R.** Roth. journal of the california dental association: Caries Management by Risk Assessment– A Practitioner's [en ligne] oct2007; Volume 35(10):679-80. disponible : [www.patienteforms.com](http://www.patienteforms.com).
- 71. Duda Dammaschke Till, DDM, Assistant Professor Department of Operative Dentistry, University of Münster, Waldeyerstr.** A new bioactive cement for direct pulp capping 30, 48149 Münster, Germany Phone +49-251-8347035 • Fax +49-251-8347037 [tillda@uni-muenster.d](mailto:tillda@uni-muenster.d). INTERNATIONAL DENTISTRY – AFRICAN EDITION VOL. 2, NO. 2
- 72. Dumolié C.** Conserver la vitalité pulpaire en cas de lésion carieuse profonde : intérêts et principes. [Thèse de doctorat d'université]. UNIVERSITE TOULOUSE III – PAUL SABATIER ; 2016. P 9-75.
- 73. Dumond J. (2015).** La place du curetage partiel dans le traitement des caries profondes: une description de pratiques professionnelles au sein des chirurgiens-dentistes de Gironde. Univ. BORDEAUX.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- 74. Duque C, Negrini T de C, Sacono NT.** Clinical and microbiological performance of resin modified glass-ionomer liners after incomplete dentine caries removal. *Clin Oral Investig. dec* 2009;13(4):465-71.
- 75. Ehaideb AA, Mohammed H.** Microleakage of «one bottle» dentin adhesives. *Operative Dentistry.* 2001; 26(2): 172-5.
- 76. EKstrand, Rickett, Kidd EAM et coll.** Detection, diagnosing, monitoring and logical treatment of occlusal caries in relation to lesion activity and severity: an in vivo examination with histological validation. *Carie R* 1998;32:247-254.
- 77. Eliyahu Mass, DMD, Uri Zilberman, DMD.** Clinical and radiographic evaluation of partial pulpotomy in carious exposure of permanent molars. *SHORT COMMUNICATION Pediatric Dentistry.*
- 78. Erhardt MCG, Toledano M, Osorio R, Pimenta LA.** Histo morphologic characterization and bond strength evaluation of caries-affected dentin/resin interfaces: effects of long-term water exposure. *Dent Mater Off Publ Acad Dent Mater.* juin 2008;24(6):786-798.
- 79. Ericson D, M. Zimmerman, H. Raber, B. Gotrick, R. Bornestein, J. Thorell.** Clinical Evaluation of Efficacy and Safety of a New Method for Chemo-Mechanical Removal of Caries. *European Journal of Oral Sciences.* 1999;33:171-177.
- 80. Ericsson D, Zimmerman M, Raber H et coll .** Clinical evaluation of efficacy and safety of a new method for chemo-mechanical removal of caries. A multi-center study .*Caries Res* 1999;33:171-177.
- 81. Estrela C, Holland R.** (2003) Calcium hydroxide: study based on scientific evidences. *J Appl Oral Sci;*11(4): 269-82.
- 82. Fagundes TC, Barata TJE, Prakki A, Bresciani E & Pereira JC .** Indirect pulp treatment in a permanent molar: Case report of 4-year follow-up .(2009);*Journal of Applied Oral Sciences* 17(1) 70-74.
- 83. Fagundes TC, Barata TJE, Prakki A, Bresciani E, Pereira JC. Worthington HV, Qualtrough A & Plasschaert A** (2007) Pulp management for caries in adults: Maintaining pulp vitality *Cochrane Database of Systematic Reviews* 18(2)CD004484.
- 84. Fairbourn Dennis R, DMD, MS; Gerald T. Charbeneau. DDS. MS. Walter J. Loesche, DMD, Phd.** Effect of Improved Dycal and IRM on bacteria in deep carious lesions. *Articles. DE-03011 and DE-02731.*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- 85.Fava LRG & Saunders WP.** Calcium hydroxide pastes :classification and clinical indications. Endodontic Practice, São Paulo, Brazil, and 2 Adult Dental Care Education Group, University of Glasgow Dental School, Glasgow, UK.1999.DOI :10.1046/J 1365-2591.
- 86.Featherstone J.D.B, Sophie DO; Larry J; Wolff M; Douglas A; et al.** Journal of the California dental association: Caries Risk Assessment in Practice for Age 6 Through Adult[en ligne] oct 2007; Volume 35(10):703-13.
- 87.Featherstone J.D.B.** The Continuum of Dental Caries-Evidence for a Dynamic Disease Process. DOI :10.1177/154405910408301S08.
- 88.Fejerskov Ole , Kidd, E.A.M. Dental Caries : The Disease and its Clinical Management.**Oxford : Blackwell Publishing,2003 ;Research output: Book/anthology/dissertation/report › Anthology › Research
- 89.Fitzgerald RJ,KEYES Paul H.** Ecologic Factors in Dental Caries .The Fate of Antibiotic-Resistant Cariogenic Streptococci in Hamsters.The American Journal of Pathology.Juin 1963 ;42(6): 759–772.
- 90.Formosa LM,Mallia B,Bull T,Camelliri J.**The microstructure and surface morphology of radiopaque tricalcium silicate cement exposed to different curing conditions.Dent Mater.2012 ;28(5) :584-95.
- 91.Formosa LM,Mallia B,Camilleri J.**Mineral trioxide aggregate with anti-washout gel - properties and microstructure. Dent Mater. 2013 Mar;29(3):294-306. doi: 10.1016/j.dental.2012.11.009. Epub 2012 Dec 17.
- 92.Fransson H :** On the repair of the dentine barrier. Swed Dent J Suppl. 2012 ; 226 : 9-84.
- 93.Franzon R, Guimaras LF, Magalhaes CE, Haas AN,AraujoFB.** Trial shows partial caries removal is an effective technique in primary molars .Caries Res 2014;48: 376-383.PMID:2473208.
- 94.Fusayama T, Okuse K, Hosoda H.** Relationship between hardness, discoloration, and microbial invasion in carious dentin. Journal of Dental Research. 1966;45(4):1033–1046.
- 95.Fusayama T.** Two layers of carious dentin; diagnosis and treatment. Operative Dentistry. 1979;4(2):63–70.
- 96.Gagnot G.** Les ultrasons en odontologie: Applications thérapeutiques. Wolters Kluwer France; 2008. 148 p.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- 97. Gandolfi MG, TDDEI P, Siboni F, Modena E, Ciapetti G, Prati C.** Development of the foremost light-curable calcium-silicate MTA cement as root-end in oral surgery chemical-physical properties, bioactivity and histological behavior. Page 24. Juin 2008. Laboratory of biomaterials and Oral Pathology. Department of Odontostomatological Sciences, University of Bologna, Via San Vitale 59, 40125 Bologna, Ital.
- 98. GRAHAM, L. ; COOPER, P.R. ; CASSIDY, N. ; NOR, J.E. ; SLOAN, A.J. ; SMITH, A.J.** The effect of calcium hydroxide on solubilisation of bio-active dentine matrix components. *Biomaterials*, 2006 May, 27 (14) : 2865-2873.
- 99. Guyomard Morgane.** Le coiffage pulpaire direct : aspects histophysologiques, facteurs de succès et biomatériaux actuels. 2011. Id 190113763.
- 100. Hachmeister Darlene R, William G Schindler, William A Walker 3rd, D Denec Thomas.** The sealing ability and retention characteristics of mineral trioxide aggregate in a model of apexification. *J Endod.* 2002 May;28(5):386-90. doi: 10.1097/00004770-200205000-00010.
- 101. Hayashi M, Fujitani M, Yamaki C, Momoi Y.** Ways of enhancing pulp preservation by stepwise excavation--a systematic review. *Journal of Dentistry.* 2011;39(2):95-107.
- 102. Heinrich R, Kneist S.** Microbiological-histological controlled treatment study for evaluation of efficacy of one step and stepwise excavation of deep carious lesions *Stomatol DDR.* oct 1988;38(10):693-8.
- 103. Hernández M, Marshall TA.** Reduced odds of pulpal exposure when using incomplete caries removal in the treatment of dentinal cavitated lesions. *J. Am. Dent. Assoc.* 2014;145(6):574-6.
- 104. HESS, J.C. ; MEDIONI, E. ; VENE, G.** Thérapeutique endodontique. Ensemble pulpo-dentinaire. Conservation de la vitalité pulpaire : le coiffage. *Encycl Med Chir (Paris), Odontologie,* 23-035-A-10, 1990, 29.
- 105. Hevinga MA, Opdam NJ, Frencken JE, Truin GJ, Huysmans MCDNJM.** Does incomplete caries removal reduce strength of restored teeth? *J. Dent. Res.* 2010;89:1270-5.
- 106. Hibst R.** Lasers for caries removal and cavity preparation: state of the art and future directions. *J Oral Laser Appl.* 2002;2(4):203-212.
- 107. Hilton TJ, Ferracane JL, Mancl L.** Comparison of CaOH with MTA for direct pulp capping: a PBRN randomized clinical trial. 2013. NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE ; Jul. PMID: 23690353 ; DOI :10.1177/0022034513484336 .
- 108. Hoefler V, Nagaoka H, Miller CS.** Long-term survival and vitality outcomes of permanent teeth following deep caries treatment with step-wise and partial-caries-removal: -64-A Systematic Review. *J. Dent.* 2016;54:25-32.



- 109. Holmgren CJ,Lo EC.**ART restorations and sealants placed in Chinese school children- results after three years. *Dent Oral Epidemiol.* 2000 Aug;28(4):314-20.doi: 10.1034/j.1600-0528.2000.280410.x.
- 110. Holmgren CJ, Roux D, Doméjean S.** Minimal intervention dentistry: part 5. Atraumatic restorative treatment (ART) – a minimum intervention and minimally invasive approach for the management of dental caries. *BDJ.* 2013 ; 214:11–1.
- 111. Houte, J.V.**Microbiological Predictors of Caries Risk. *Adv. (1993).Dent.Res.*7, 87-96
- 112. Hume WR, MOUNT GJ.** La thérapeutique de conservation de la vitalité pulpaire. Dans : préservation et restauration de la structure dentaire.2002, 211-215.
- 113. Hurlbutt M, RDH, MSDH.** CAMBRA: Best Practices in Dental Caries Management; [Notes de cours en ligne]. American Dental Association; Continuing Education Recognition Program;Academy of Dental Therapeutics and Stomatology, a division of PennWellAoût2011.
- 114. James A and coll.** Indirect Pulp Treatment, Direct Pulp Capping, and Stepwise Caries Excavations.DOI:101007/978-36319-27553-6\_4.Division of Pediatric Dentistry. University of Maryland School of Dentistry,Baltimore,MD,USA.2016.
- 115. Kathuria V, ANKOLA ANIL V., HEBBAL MAMATA, MocherlaM.**Carisolv- An Innovative Method of Caries Removal. *J Clin Diagn Res.* Déc 2013;7(12):3111-3115.
- 116. Keiser K,JohnsonKK,Tipton DA.**Cytotoxicity of mineral trioxide aggregate using human periodontal ligament fibroblasts. *J Endod.* 2000 May;26 (5):288-91.doi: 10.1097/00004770-200005000-00010.
- 117. Kidd E, A.M.,BDS, FDSRCS, PhD ,DSc Med.** Clinical Threshold for Carious Tissue Removal.DOI:10.1016/j.cden.2010.03001.
- 118. Kidd EA.** 2004. How “clean” must a cavity be before restoration? *Caries Res.* 38(3):305–313.
- 119. Kokate, S.R., and Pawar, A.M.** An in vitro comparative stereomicroscopic evaluation of marginal seal between MTA, Glass Inomer Cement&Biodentine as root end filling materials using 1% methylene blue as tracer. (2012) .*Endod* 2, 36–42.
- 120. Konate A:** Les différents moyens diagnostiques de détection des lésions carieuses. [Thèse de doctorat d’université en chirurgie dentaire]. Nantes : Université de Nantes, 2014, page :15-36.
- 121. Koubi Gilles ,Pierre Colon,Jean-Claude Franquin ,Aline Hartmann,Gile Richard,Marie-Odile Faure,Gregroy Lambert .**Clinical evaluation of the performance and safety of a new dentine substitute, Biodentine, in the restoration of posterior teeth - a



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- prospective study. Clin Oral Investig. 2013 Jan;17(1):243-9.doi: 10.1007/s00784-012-0701-9. Epub 2012 Mar 14.
- 122. Lam A, Tramba P.** Quizz: Sono-dentisterie, what else ? Inf Dent. 12 oct 2011;93(34).
- 123. Lasfargues J.-J, J.-J. Louis, et R. Kaleka,** « Classifications des lésions carieuses. De Black au concept actuel par sites et stades *Encyclopédie Médico-chirurgicale*.DEC 2016.
- 124. Lasfargues J.-J, Colon P.** Odontologie conservatrice et restauratrice. Tome 1 : Une approche médicale globale [Internet]. Odontologie-conservatrice-et-restauratrice-Tome-1-une-approche-medicale-globale. Information-dentaire.fr/0115-741
- 125. Lasfargues J.-J, Colon P.** Odontologie conservatrice et restauratrice. Rueil-Malmaison [France]: Éditions CdP; 2010. 480 p.
- 126. Lasfargues J.-J, Decup F, Tison B.** Intervention restauratrice minimale : minicavités et min-iobturations. Médecine buccale. EMC. 2008;1-14.
- 127. Lasfargues J.-J.** Préservation tissulaire et traitement chimiomécanique des lésions carieuses .Inf Dent 2002 ;84(32)2321.
- 128. Lasfargues J.-J.** Concepts cliniques en Odontologie Restauratrice. SNPMD. nov 2001;175.
- 129. Leksell E,Ridell K,Svek M,Mejare I.**Pulp exposure after stepwise versus direct complete excavation of deep carious lesions in young posterior permanent teeth .Endod Dent Traumatol. 1996 Aug;12(4):192-6. doi: 10.1111/j.1600-9657.1996.tb00513.x.
- 130. Pashley DH,Matthews WG.** The effects of outward forced convective flow on inward dif. Lima FF, P ascotto RC, Benetti AR - Stepwise excavation in a permanent molar : 17-years follow-up. Operative Dentistry 2010 ; 35(4) : 482-486 fusion in human dentine in vitro. Arch Oral Biol. Juillet 1993;38(7):577-82.
- 131. Levin L.** Pulpal Irritants. Endodontic topics. 2003;5:2–11.
- 132. Lind Anderes,Goldberg Michel.** Dentinogenesis. Critic revieuws in oral biology and medicine.Octobre 1, 1993.[https://doi.org/ 10.1177%2F10454411930040050301](https://doi.org/10.1177%2F10454411930040050301).
- 133. Loesche W J.**Role of Streptococcus mutans in human dental decay.Microbiol Rev.1986 Dec ; 50(4): 353–380.
- 134. Lugandles M.**les ultrasons en odontologie conservatrice et en endodontie : données actuelles. [thèse de doctorat d’université en chirurgie dentaire]. NANCY : UNIVERSITE DE LORRAINE, 2013.p 7-16.

- 135. Lupi-Pégurier L, Bourgeois D, Muller-Bolla M.** Épidémiologie de la carie. EMC Médecine Buccale. 2009;4(4):1–13.
- 136. M. Gunepina, F. Deracheb.** Impact du xylitol sur le risque carieux - implications militaires. Secteur dentaire interarmées de Draguignan, BP 400 – 83007 Draguignan Cedex .Article reçu le 9 avril 2009, accepté le 19 avril 2010.
- 137. Mjör IA, Ferrari M.** Pulp-dentin biology in restorative dentistry. Part 6: Reactions to restorative materials, tooth-restoration interfaces, and adhesive techniques. Quintessence Int. 2002;33(1):35- 63
- 138. Magnusson BO, Sundell SO.** Stepwise excavation of deep carious lesions in primary molars. J Int Assoc Dent Child. dec 1977;8(2):36-40.
- 139. Maltz M, Alves LS, Jardim JJ, Moura M dos S, de Oliveira EF.** Incomplete caries removal in deep lesions: a 10-year prospective study. American Journal of Dentistry. 2011;24(4):211–214.
- 140. Maltz M, de Oliveira EF, Fontanella V, Bianchi R.** A clinical, microbiologic, and radiographic study of deep caries lesions after incomplete caries removal. Quintessence International. 2002;33(2):151–159.
- 141. Maltz M, Garcia R, Jardim JJ, et al.** Randomized trial of partial vs. stepwise caries removal: 3-year follow-up. Journal of Dental Research. 2012;91(11):1026–1031.
- 142. Maltz M, Jardim JJ, Mestrinho HD, et al.** Partial Removal of Carious Dentine: A Multicenter Randomized Controlled Trial and 18-Month Follow-Up Results. Caries Research. 2012;47(2):103–109.
- 143. Maltz M, Oliveira EF, Fontanella V, Carminatti G.** Deep caries lesions after incomplete dentine caries removal: 40-month follow-up study. Caries Res. 2007;41:493–6.
- 144. Mandari GJ,truin GJ,van'thof MA et coll.** Effectiveness of three minimal intervention approaches for managing dental caries :survival of restorations after 2 years . Caries Res 2001;35: 90-94.
- 145. Manhas Swati,Pandit Inder Kumar,Gugnani Neeraj,Gupta Monika.**Comparative Evaluation of the Efficacy of Stepwise Caries Excavation vs Indirect Pulp Capping in Preserving the Vitality of Deep Carious Lesions in Permanent Teeth of Pediatric Patients: An *In Vivo* Study. Int J Clin Pediatr Dent. 2020;13(Suppl 1):S92-S97. doi: 10.5005/jp-journals-10005-1874.
- 146. Mariza Maltz,Mauricio dos Santos Moura, Juliana JobimJardim, CyntiaMarques, LilianMarly De Paula, Heliana DantasMestrinho.** Partial Caries removal in Deep Lesions : 19-30 months follow-up study. Rev. Fac. Odontol .Poto ALegre,v.51,n.1,P20-23,jan/Abr .2010.

- 147. Martignon S, Ekstrand KR, Ellwood R.** Efficacy of sealing proximal early active lesions: an 18-month clinical study evaluated by conventional and subtraction radiography. *Caries Research* 2006;40(5):382-8.
- 148. Massler M.** Changing concepts in the treatment of carious lesions. *Br Dent J.* 5 dec1967;123(11):547-8. materials on deep carious dentin: a randomized clinical trial. *Caries Res.* 2013;47:243–50.
- 149. Mattos J, Giulia MarinsSoares and Apoena de AguiarRibeiro.** Current Status of Conservative Treatment of Deep Carious Lesions. *Dent Update*;41:452-456.
- 150. McLean LW, Wilson AD.** [Clinical evaluation of glass ionomer cements]. *SSO Schweiz MonatsschrZahnheilkd.* 1974;84(7):697–708. Kent BE, Lewis BG, Wilson AD.
- 151. Mertz-Fairhurst EJ, Curtis JW, Ergle JW, Rueggeberg FA, Adair SM.** Ultraconservative and cariostatic sealed restorations: results at year 10. *The Journal of the American Dental Association.* 1998;129(1):55–66.
- 152. Mese M, Tok YT, Kaya S, Akcay M.** Influence of ozone application in the stepwise excavation of primary molars: a randomized clinical trial .*Clin Oral Investig.* 2020 Oct;24(10):3529-3538. doi: 10.1007/s00784-020-03223-6. Epub 2020 Feb 6.PMID: 32025883.
- 153. Michèle Muller Bolla, Frédéric Courson, Sophie-Myriam Dridi, Philippe Viargues.** *L'odontologie préventive au quotidien.* Paris : Ed. Quintessence International, 2013.
- 154. Miller CH,Griffer MB,Ptterson SS,Kffrawy AH.**The relationship of *Bacteroides melaninogenicus* to symptoms associated with pulpal necrosis. *Oral surg Oral Med.*1980 Nov.PMID: 6109270. doi.org/10.1016/s0030-4220(80)80015-6.
- 155. Miyashita H, Worthington HV, QualtroughA, PlasschaertA.** Pulp management for caries in adults: maintaining pulp vitality (Review).*The Cochrane collaboration.*2012.
- 156. Mohammed A.AL-Zayer, BDS,MS,Lloyd H.Straffon,DDS,MS.** Robert Scientific Article. J. Feigal, DDS ,PhD. Kathleen B. Welche, MPH,MS. Indirect pulp treatment of primary posterior teeth: a retrospective study. Received july 1,2002.(2003;25:29-36).
- 157. Monari V, Ynarabosco de oliveira LIMA ARSATI, José augusto RODRIGUES.** Avoiding pulp exposure in deep caries lesions: stepwise excavation technique. *RGO-Rev Gaucha Odontol,Porto Alegre,v59,n.4,p.633-638,out/dez.,2011.*
- 158. Mondelli RF, Ishikiriyama SK, de Oliveira Filho O &MondelliJ .**Fracture resistance of weakened teeth restored with condensable resin with and without cusp coverage. (2009). *Journal of Applied Oral Sciences* 17(3) 161-165.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- 159. MOULY, L.** Traitement des lésions carieuses profondes sur dents permanentes : Exemple d'un essai clinique multicentrique. Univ. (2020).Toulouse III. Paul SABATIER.
- 160. Mount G J, Hume W R, Tenenbaum H.** Préservation et restauration de la structure dentaire. De Boeck Université; 2002. 280 p.
- 161. Mount GJ, Graham.** Minimal intervention dentistry: Cavity classification and preparation. *J Minim Interv Dent.* 2009;2(3). Sauro S, Watson TF, Thompson I. Dentine desensitization induced by prophylactic and air-polishing procedures: an in vitro dentine permeability and confocal microscopy study. *J Dent.* mai 2010;38(5):411-422.
- 162. Muller-Bolla M, Courson F, Maniere-Ezvan A, Viargues P.** Le brossage dentaire : quelle méthode ? *Revue d'Odonto Stomatologie* 2011 ; 40 :173-191.
- 163. MURRAY P.E, LUMLEY P.J, SMITH A.J.** Preserving the vital pulp in operative dentistry: 2. Guidelines for successful restoration of unexposed dentinal lesions. *Dent Update* (2002 a);29:127-134. (Cat.3).
- 164. Murray PE, Smith AJ, Windsor LJ, Mjör IA.** Remaining dentine thickness and human pulp responses. *International Endodontic Journal* 2003;36(1):33-43.
- 165. Nakano, K., Nomura, R., Nakagawa, I., Hamada, S., et Ooshima, T.** Demonstration of *Streptococcus mutans* with a cell wall polysaccharide specific to a new serotype, k, in the human oral cavity. (2005).*J. Clin. Microbiol.* 42(1) : 198–202. doi:10.1128/JCM.42.1.198-202.2004. PMID:14715753.
- 166. Naute O.** Les techniques d'éviction carieuse: mise au point en 2014. [thèse de doctorat d'université en chirurgie dentaire]. TOULOUSE : UNIVERSITE PAUL SABATIER-TOULOUSE III, 2014. P 19-92.
- 167. Nevesa A, Coutinhob E CardosocM,et al.** Current Concepts and Techniques for Caries Excavation and Adhesion to Residual Dentin. *The Journal of Adhesive Dentistry.* 2011;13(1):10-11.
- 168. Newburn E.** Cariology. Baltimore : Williams and Wilkins ; 1978. 289 p.
- 169. Okada Mutsigi, Yoshiko Soda, Fumiko Hayashi, Takako Doi.** Longitudinal study of dental caries incidence associated with *Streptococcus mutans* and *Streptococcus sbrinus* in pre-school children. *Med Microbiol.* 2005 Jul ;54(Pt7):661-665. doi:10.1099/jmm.0.46069-0
- 170. Oliveira E.F, G.Carminatti, V. Fantanella, M. Maltz.** The monitoring of deep caries lesions after incomplete dentine caries removal: results after 14-18months. *Clin Oral Invest.*(2006).10:134-139. DOI:s00784-006-0033-8.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- 171. Ortega Verdugo, Paula Marcela.** "Eight-year report of stepwise excavation procedure outcomes in a US academic setting.." MS (Master of Science) thesis, University of Iowa, 2014.p22-35.
- 172. Ouhayoun JP.** In le traitement parodontal en omnipratique. Paris : Ed. Quintessence international, 2011.
- 173. Paddick JS, Brailsford SR, Kidd EA, Beighton D.** Phenotypic and genotypic selection of microbiota surviving under dental restorations. *Applied and Environmental Microbiology* 2005;71(5):2467-72.
- 174. Padmaja M,Raghu Ramia.**An ultraconservative Method for the treatment of deep carious Lesion-Stepwise excavation.2010 .ID : 34582724.
- 175. Pai VS, Nadig RR, Jagadeesh T, Usha G, Karthik J, Sridhara K.** Chemical analysis of dentin surfaces after Carisolv treatment. *J Conserv Dent JCD.* 2009;12(3):118-122.
- 176. Paladino F.** Estimer l'état pulpaire. *Real Clin.* 2013;24(4):253-64 partiel : Illustration par un cas clinique de l'étude Deep Caries Treatment (DECAT). Univ. Lille II.
- 177. Pashley DH, Matthews WG.** The effects of outward forced convective flow on inward diffusion in human dentine in vitro. *Arch Oral Biol.* Juillet 1993;38(7):577-82.
- 178. Peirera cecilia luiz,Cenci MS,Demarco FF.**Sealing ability of MTA, Super EBA, Vitremer and amalgam as root-end filling materials. *Braz Oral Res.* Oct-Dec 2004;18(4):317-21.doi: 10.1590/s1806-83242004000400008.
- 179. PereIra AC,Verdonschot EH et Huysmans MCDNJM.**Caries detection methods :can they aid decision making for in vaseive sealant treatment ?*Caries Res* 2001 ;35:83-89.
- 180. Perrier M.** L'actualité dentaire. *Rev Mens Suisse Odontostomatol.* mai 2007;117.
- 181. Phonghanyudh A, Phantumvanit P, Songpaisan Y, Petersen PE.** Clinical evaluation of three caries removal approaches in primary teeth: a randomised controlled trial. *Community Dental Health* 2012;29(2):173-8.
- 182. Piette E., Goldberg M.,** « La dent normale et pathologique », Bruxelles, 2001.
- 183. Pinelli C, Campos Serra M, de Castro Monteiro Loffredo L.** Validity and reproducibility of a laser fluorescence system for detecting the activity of white-spot lesions on free smooth surfaces in vivo. *Caries Research.* 2002;36(1):19–24.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- 184. Pinheiro SL, Gallasi PC, Saldanha TC, Bincelli IN, Barros PP, Silva GH.** (2010) Repairing Collagen in Dentin Carious Lesions Influence of Sealing the Material A Morphometric Study. *J Clin Pediatr Dent.* 34(3): 223–8.
- 185. Pupo YM, Farago PV, Nadal JM.** Effect of a novel quaternary ammonium methacrylate polymer (QAMP) on adhesion and antibacterial properties of dental adhesive. *Int J Mol Sci.* 2014 ;15 :8998-9015.
- 186. R.S.Jones, C.L. Darling, J.D.B. Featherstone, D. Fried.** Imaging Artificial Caries on the Occlusal Surfaces with Polarization-Sensitive Optical Coherence Tomography. *Caries Research.* DOI:10.1159/000091052.
- 187. Raff An Hunt LC.** Probiotics for periodontal health : a review of the literature. *J Dent Hyg* 2012 ; 86 (2) : 71-81.
- 188. Rafique S, Fiske J, Banerjee A.** Clinical trial of an air-abrasion/chemomechanical operative procedure for the restorative treatment of dental patients. *Caries Res.* oct 2003;37(5):360-364.
- 189. Reichardt CH, Brandenbush M, Willershausen B, Ernst C-P.** Enzymatic Dentine Caries Removal System in Class-V Carious Lesions. Miami, Floride; 2009.
- 190. Reversat Q:** Tests de vitalité et traumatismes dentaires. [Thèse de doctorat d'université en chirurgie dentaire]. Toulouse : Université de Toulouse III –Paul Sabatier, 2015, page : 31-45.
- 191. Rey G.** Les lasers et la chirurgie dentaire : innovations et stratégies cliniques.[préface de Jean-Paul Rocca] . Ed. Cdp; 2010.
- 192. Ribeiro CC, Baratieri LN, Perdigão J, Baratieri NM, Ritter AV.** A clinical, radiographic, and scanning electron microscopic evaluation of adhesive restorations on carious dentin in primary teeth. *Quintessence International* 1999;30(9):591-9.
- 193. Ricketts D, Estrela C, Holland R.** (2003) Calcium hydroxide: study based on scientific evidences *J Appl Oral Sci;*11(4): 269-82.
- 194. Ricketts D, Kidd E, Innes NPT.** Complete or ultraconservative removal of decayed tissue in unfilled teeth. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* John Wiley & Sons, Ltd;2008.
- 195. Ricketts D, Lamont T, Innes NP, Kidd E, Clarkson JE.** Operative caries management in adults and children. *Cochrane Database Syst Rev.* 2019 Jul 24;7(7):CD003808. doi: 10.1002/14651 858.CD003808. pub4. PMID: 31339555.
- 196. Ricketts D, Lamont T, Innes NP.** Operative caries management in adults and children. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* John Wiley & Sons, Ltd; 2013.



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- 197. Ricketts D, Petersson K, Olsson J, Santimano EM, Wennström A, Winkel P, Gluud C.** (2010) Treatment of deep caries lesions in adults: randomized clinical trials comparing stepwise vs. direct complete excavation, and direct pulp capping vs. partial pulpotomy. *Eur J Oral Sci*; 118(3):290-7.
- 198. Ricketts D, Lamont T, Innes NPT, Kidd E, Clarkson JE.** Operative caries management in adults and children (Review). *Cochrane Data base of Systematic Reviews*. 2013. DOI:10.1002/14651858CD003808.pub3.
- 199. Ricketts DNJ, Kidd E a. M, Innes N, Clarkson J.** Complete or ultraconservative removal of decayed tissue in unfilled teeth. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2006;(3):CD003808.
- 200. Ritter AV, Browning WD, Swift EJ Jr.** Critical appraisal. Partial caries excavation. *Journal of Esthetic Restorative Dentistry*. 2012;24(2):148–152.
- 201. Roberts Howaerd W, Toth Jeffrey M, Berzins David W, Charlton David G.** Mineral trioxide aggregate material use in endodontic treatment: a review of the literature. *Dent Mater*. 2008 Feb;24(2):149-64. doi: 10.1016/j.Dental.2007.04.007. Epub 2007 Jun 21.
- 202. Roy E:** Etude de la fluxmetrie laser doppler dans l'évaluation de la vitalité pulpaire en odontologie. [Thèse de doctorat en odontologie]. Nantes : Université de Nantes, 2010, page/43-50.
- 203. Sabbagh J, Vreven J et Le Loup G.** Dynamic and static moduli of elasticity of resin-based materials *Dent Mater* 2002;18:64-71.
- 204. Sarah Guy, medwise.** News Reporter .Partial dentin removal superior to stepwise excavation over long term. 01 Novembre 2006. *J Dent Res* 2012;9:1026-1031.
- 205. Schneiderman A, Elbaum M, Shultz T, Keem S, Greenebaum M, Driller J.** Assessment of dental caries with Digital Imaging Fiber-Optic Transillumination (DIFOTI).
- 206. Schonenberger Gohring Kathrin, Lehnert Birgit, Zehnder Matthias.** [Indications for use of MTA, a review. Part 1: Chemical, physical and biological properties of MTA]. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*. 2004;114(2):143-53. PMID: 15119708.
- 207. Schwendick F, M. Sto, H. Meyer-Lueckel, S. Paris and C.E.** Cost-effectiveness of One and Two-step incomplete and complete excavation. *Journal of Dental Research*. Dorfer. DOI:10.1177/0022034513500792. 14 august 2013.
- 208. Schwendicke F, Dorfer CE, Paris S.** Incomplete caries removal: a systematic review and meta-analysis. *J Dent Res*. avr 2013;92(4):306-14.
- 209. Schwendicke F, Hardy Schwegeil, Marina Aghati Petrou, Ruth Santamaria, Werner Hopfenmuller, Christain Finke and Sebastian Paris.** Selective or stepwise removal of deep caries in deciduous molars: study protocol for a randomized controlled trial. *STUDY PROTOCOL*. DOI:10.1186/s13063-014-052569. Schwendicke et al. *Trials*(2015) 16:11.

- 210. Schwendicke F, Stangvaltaite L, Holmgren C, Maltz M, Finet M, Elhennawy K, et al.** Dentists' attitudes and behaviour regarding deep carious lesion management: a multinational survey. *Clin. Oral Investig.* 2017;21:191–8.
- 211. Schwendicke F, Frencken JE, Bjørndal L, Maltz M, Manton DJ, Ricketts D, et al.** Managing carious lesions: consensus recommendations on carious tissue removal. *Adv. Dent. Res.* 2016;28:58–67.
- 212. Schwendicke, F., Dörfer, C.E., and Paris, S.** Incomplete caries removal: a systematic review and meta-analysis. (213a). *J. Dent. Res.* 92, 306–314.
- 213. Schwendicke, F., Meyer-Lueckel, H., Dörfer, C., and Paris, S.** (2013b). Attitudes and behaviour regarding deep dentin caries removal: a survey among German dentists. *Caries Res.* 47, 566–573.
- 214. Schwendicke F, Drmed.dent.DDS, PhD, MDPH. Edward J. Swift, JR., DMD, MS.** Modern Concepts for Caries Tissue Removal.. DOI:10.1111/jerd.12201. *Journal of Esthetic and Restorative* 2016.
- 215. Seb J.** The theory and practice of internal restorations: a review of the literature and observations on clinical performance over eight years in practice. *Primary Dent Care* 1999;6:93-100.
- 216. Secci G.** Manuel d'hygiène buccodentaire Destiné à la formation de prophylaxistes. SDI 2006 / 2007; Ed. n°1.p 10-14.
- 217. Senoussi I:** Intérêts des aides optiques en chirurgie dentaire: analyse d'un questionnaire. [Thèse de doctorat d'université en chirurgie dentaire]. Toulouse : Université de Toulouse III –Paul Sabatier, 2015, page : 28-39.
- 218. Shereen Hassan Elshamy.** BACTERIOLOGIC EVALUATION OF RESIDUAL DENTIN AFTER CHEMO-MECHANICAL CARIES REMOVAL IN PRIMARY TEETH. Thesis .Faculty of Oral and Dental Medicine Cairo University 2012.
- 219. Shi XQ, Welandar U et Angmar-Mangmar-Mansson B.** Occlusal caries detection with KaVo DIAGNOdent and radiography :an in vitro comparaison. *Caries Res* 2000 ;34 :151-158.
- 220. Simon SRJ, Berdal A, Cooper PR, Lumley PJ, Tomson PL, Smith AJ.** Dentin-pulp complex regeneration: from lab to clinic. *Advances in Dental Research.* 2011;23(3):340–345.
- 221. Simone G.I, Carolina STEINER-OLIVEIRA, Mariana Minatel Braga, José Carlos Pettorossi Imparato.** Indirect pulp treatment with outre-entry in a permanent tooth:36 months of follow-up. *RGO-Rev Gaucha Odontol, Porto Alegre, v62, n.1, P.71675 Jan/mar, 2014.*



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- 222. Smith A.J., Murray P.E., Lumley P.J.** Preserving the vital pulp in operative dentistry: I. A biological approach. *Dent Update* 2002;29:64-69. (Cat.3).
- 223. Smith AJ, Cassidy N, Perry H, Begue-Kirn C, Ruch JV, Lesot H.** Reactionary dentinogenesis. *Int J Dev Biol.* 1995;39:273–80.
- 224. SnejanaTs., Georgi T.** Changements morphologiques du tissu dentaire dur préparé par laser Er: YAG. *Laser.* 2013;3(1):12-16.
- 225. Solveig Fureetal.** Clinical and Microbiological evaluation of ozone-treated deep carious lesions during a stepwise excavation procedure.
- 226. Splieth C, M.Rosin, B.Gellissen.** Determination of residual dentine caries after conventional mechanical and chemomechanical caries removal with Carisolv. *Clin Oral Invest.*(2001)5:250-253.DOI:10.1007/s00784/-001-0130-7.
- 227. Stanley H R.** Criteria for standardizing and increasing credibility of direct pulp capping studies. *Am Dent J* 1998; **1**: 17-34.
- 228. Stockton LW** Vital pulp capping: a worth while procedure . PMID: 1041 2240. *J Can Dent Assoc.* 1999 Jun;65(6):328-31.
- 229. Tam LE, Mc Comb D.** Diagnosis of occlusal caries: Part II. Recent diagnostic technologies. *Journal of Canadian Dental Association.* 2001;67(8):459–463.
- 230. Tassary H et al :** Méthodologie du diagnostic en cariologie apport des nouvelles technologies. ??? page : 130-132.
- 231. Tassery H, Victor J-L, Coudert G, Brouillet J-L, Koubi S.** Dentisterie restauratrice a minima. *Médecine buccale.* EMC. 2008;1-13.
- 232. Thompson V, Craig RG, Curro FA, Green WS, Ship JA.** Treatment of deep carious lesions by complete excavation or partial removal: a critical review. (2008). *J Am Dent Assoc.* Jun; 139(6):705-12.
- 233. Thompson V, Giachetti L, Bertini R, Bambi C & Scaminaci Russo D.** A rational use of dental materials in posterior direct resin restoration in order to control polymerization shrinkage stress. (2007). *Minerva Stomatologica* 56(3) 129-138.
- 234. Thompson V, Hevinga MA, Opdam NJ, Frencken JE, Truin GJ, Huysmans MCDNJM.** Does Incomplete Caries Removal Reduce Strength of Restored Teeth? *J.* (2010). *Dent Res;* 89(11): 1270-5.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- 235. Ticiane Cestari FAGUNDES, Terezinha Jesus Esteves BARATA, Annuradha PRAKKI, Eduardo BRESCIANI, José Carlos PEREIRA.** INDIRECT PULP TREATMENT IN A PERMANENT MOLAR: CASE REPORT OF 4-YEAR FOLLOW-UP. JOURNAL OF APPLIED DENTAL SCIENCE. 2009; 17(1): 70-4.
- 236. Tran XV, Gorin C, Wilig C, Baroukh B, Pellat B, Decup F, et al.** Effect of a calcium-silicate-based Restorative Cement on Pulp Repair. J Dent Res. 2012 ; 91(12) : 1166-71.
- 237. Tirlet G, Attal P.** Le gradient thérapeutique un concept médical pour les traitements esthétiques. L'INFORMATION DENTAIRE n° 41/42 - 25 novembre 2009.
- 238. Turpin Y-L, Vulcain J-M.** Principes généraux de préparation des dents en vue de leur restauration. EMC - Odontologie. 2005; 1(2): 67-76.
- 239. Villat C, Attal JP, Brulat N, Decup F, Doméjean S, Dursun E, Fron-Chabouis H, Jacquot B, Muller Bolla M, Plasse-Pradelle N, Roche L, Maucourt-Boulch D, Nony P, Gritsch K, Millet P, Gueyffier F, Grosogeat B.** Trials. One-step partial or complete caries removal and bonding with antibacterial or traditional self-etch adhesives: study protocol for a randomized controlled trial. 2016 Aug 15; 17(1): 404. doi: 10.1186/s13063-016-1484-0. PMID: 27527342.
- 240. Villat Cyril, Grosogeat Brigitte, Dominique Seux, Pierre Farge.** Conservative approach of a symptomatic carious immature permanent tooth using a tricalcium silicate cement (Biodentine): a case report. Restor Dent Endod. 2013 Nov; 38(4): 258-62. doi: 10.5395/rde.2013.38.4.258. Epub 2013 Nov 12.
- 241. Ward J, BDS,** Vital Pulp Therapy In Cariously Exposed Permanent Teeth And Its Limitations. AUSTRALIAN ENDODONTIC JOURNAL. VOLUME 28 No. I APRIL 2002. Clinical Review.
- 242. Weerheijm KL, Kreulen CM, de Soet JJ, Groen HJ, van Amerongen WE.** Bacterial counts in carious dentine under restorations: 2-year in vivo effects. *Caries Research* 1999; 33(2): 130-4.
- 243. Wennerberg A, Sawase T, Kultje C.** The influence of Carisolv TM on enamel and dentine surface topography. Eur J Oral Sci. 1 août 1999; 107(4): 297-306.
- 244. Wenzel A,** Bitewing and Digital bitewing Radiography for Detection of Caries Lesions. J Dent RES 2004 83:C72. DOI: 10.1177/154405910408301S14.
- 245. Willershausen B, Willershausen I, Ross A, Velikonja S, Kasaj A, Blettner M.** Retrospective study on direct pulp capping with calcium hydroxide. Quintessence Int 2011; 42(2): 165-71.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- 246. Wilson AD, Paddon JM.** Dimensional changes occurring in a glass-ionomer cement. *Am J Dent.* 1993;6(6):280–2.. Wilson AD, McLean JW.
- 247. Woelfel JB., Scheid RC,** « L'Anatomie Dentaire », Bruxelles, 2008, p. 384,385.
- 248. Wohlgemuth P.**Le coiffage pulpaire: techniques actuelles [thèse de doctorat]. Toulouse . France, 2014.
- 249. Wohlgemuth, P. Hevinga MA, Opdam NJ, Frencken JE, Truin GJ, Huysmans MCDNJM.** Does Incomplete Caries Removal Reduce Strength of Restored Teeth? (2010).*Dent Res;* 89(11): 1270-5.
- 250. Yoshiyama M, Nishitani Y, Itota T.** Bonding ability of adhesive resins to caries-affected and caries-infected dentin. *J Appl Oral Sci.* 2004;12(3):171-6.
- 251. Zanata R L, Navarro MF, Barbosa SH, Lauris JR, Franco EB.** Clinical evaluation of three restorative materials applied in a mini-mal intervention caries treatment approach.(2003). *J Public Health Dent*63:221–226.
- 252. Zheng L, Hilton JF, Habelitz S, Marshall SJ, Marshall GW.** Dentin caries activity status related to hardness and elasticity. *European Journal of Oral Sciences.* 2003;111(3):243–252.
- 253. Zinner D.** Recent ultrasonic dental studies, including periodontia, without the use of an abrasive. *J Dent Res.* 1955;34:748-749. Schwendicke, F., Dörfer, C.E., and Paris, S. Incomplete caries removal: a systematic review and meta-analysis. *J. Dent. Res.* 92, 306–314.
- 254. Ziskind D, Kupietzky A et Beyth N.** First-choice treatment alternatives for caries removal using the chemomechanical method. *Quintessence Int* 2005;2005;36:9-14.

## WEBOGRAPHIE

- 255. Alsadat FA, El-Housseiny AA, Alamoudi NM, Alnowaiser AM.** Conservative treatment for deep carious lesions in primary and young permanent teeth. *Niger J Clin Pract.* 2018 Dec;21(12):1549-1556. doi: 10.4103/njcp .njcp\_20218\_ PMID: 30560816.
- 256. Durmus N, Tok YT, Kaya S, Akcay M.** Effectiveness of the ozone application in two-visit indirect pulp therapy of permanent molars with deep carious lesion: a randomized clinical trial. *Clin Oral Investig.* 2019 Oct;23(10):3789-3799. doi: 10.1007/s00784-019-02808-0. Epub 2019 Feb 13. PMID: 30759283.
- 257. Erosion-infiltration-un-protocole- simple efficace.** [09 /02/2018]. Disponibilité sur Internet : <https://www.lefildentaire .com>.

- 258. Fredeman George DDS** . Tribune International : Nouveau paradigme pour la préparation de la couronne : les fraises carbure Great White Ultra (GWU) [Internet].  
[http://www.dentaltribune.com/articles/specialities/general\\_dentistry/4060](http://www.dentaltribune.com/articles/specialities/general_dentistry/4060).
- 259. Feirreira Andrea Zandona** .The Use of the International Caries Detection and Assessment System (ICDAS) in a National Health Service General Dental Practice as Part of an Oral Health Assessment Primary dental Journal. 17(4):153-59.October 2010.  
<http://dx.doi.org/10.1308/135576110792936177>.
- 260. Houte Van J** . Microbiological Predictors of Caries Risk. First Published August 1, 1993. <https://doi.org/10.1177%2F08959374930070022001>.
- 261. Kaul S, Kumar A, Jasrotia A, Gorkha K, Kumari S, Jeri SY**. Comparative Analysis of Biodentine, Calcium Hydroxide, and 2% Chlorhexidine with Resin-modified Glass Ionomer Cement as Indirect Pulp Capping Materials in Young Permanent Molars.J Contemp Dent Pract. 2021 May 1;22(5):511-516.PMID: 3431876.9
- 262. Marsh Philip D**.Microbial Ecology of Dental Plaque and its Significance in Health and Disease.August 1994. <http://dx.doi.org/10.1177/08959374940080022001>.
- 263. Melissa.M**. La-dentisterie-restauratrice/air-abrasion. [consulté le 21 /01/2018].  
Disponibilité sur Internet : <http://www.drummondental.com/144>.
- 264. MINISTÈRE DU TRAVAIL, DE L'EMPLOI ET DE LA SANTÉ FRANÇAISE. MINISTÈRE DES SOLIDARITÉS ET DE LA COHÉSION SOCIALE FRANÇAISE** [Internet] Disponible sur :[http:// www.sante .gouv.fr/fichiers/bo /2011/1110 /ste\\_2011 0010\\_0100\\_0039.pdf](http://www.sante.gouv.fr/fichiers/bo/2011/1110/ste_2011_0010_0100_0039.pdf).
- 265. Naute Olivier**. Dental laser academy [Internet]. Disponible sur: [http://www.dental-laser-academy.com/lire/article\\_details.php?rubid=36](http://www.dental-laser-academy.com/lire/article_details.php?rubid=36). Le 27 Mars 2014
- 266. Orland FJ,Blayney JR,Harrison RW,Reyniers JA,Trexler PC,ErvinRF,Gorodn HA,Wagner M**. Experimental caries in germfree rats inoculated with enterococci.Am dent assoc.1955 Mar. PMID: 13232956. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1955.0061>.
- 267. Toledo R, Descroix V**. Fiche 2 Pulpite irréversible. In: Toledo R, Descroix V,editeurs. Urgences Odontol [Internet].Paris, Elsevier Masson; 2010 [cité 2014]. p. 5- 6. Disponible sur : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9782294707353000028>

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- 268. Vianna Freitas Fachin E., E. Oliveira Filho, and T. Pinto.** “Caries removal based on pulp biology,” *Electronic journal of endodontics rosario*, 2007.  
<http://hdl.handle.net/2133/1420>
- 269. Vieira ASB, dos Santos MPA, Antunes LAA, Primo LG, Maia LC.** Preparation time and sealing effect of cavities prepared by an ultrasonic device and a high-speed diamond rotary cutting system. *J Oral Sci.* sept 2007;49(3):207-211. Structure de l’atome [Internet]. Disponible sur:  
[http://www.larousse.fr/encyclopedie/images/Structure\\_de\\_latome/100297102](http://www.larousse.fr/encyclopedie/images/Structure_de_latome/100297102)<http://www.ac-nancy->

*ANNEXE 1*

**Déclaration sur l'honneur, Consentement Eclairé**

Je soussigné Mme/Melle/M.....

donne mon consentement éclairé, après avoir reçu les informations, indications et contre-indications nécessaires concernant le plan de traitement qui sera réalisé par le Dr ..... , après bilan clinique et étude des examens complémentaires, et avoir obtenu les réponses satisfaisantes à mes questions concernant ces actes.

Faiten double exemplaire, à .....le .....

Signature du patient

Signature du médecin

## Annexe 2 : FICHE CLINIQUE

Fiche n° :  
Dossier n° :

Nom : \_\_\_\_\_ Prénom : \_\_\_\_\_  
Date et lieu de naissance : \_\_\_\_\_  
Adresse : \_\_\_\_\_  
Tel : \_\_\_\_\_ E-mail : \_\_\_\_\_

Sexe : Masculin  
Age : Adulte

Féminin  
Enfant

Date du début de traitement :

Formule dentaire:

--	--

Classification ICDAS                      4                         5                         6  

Diagnostic positif:    Dentine superficielle                         Profonde                         Avancée  

Diagnostic étiologique                      Carie                         Traumatisme                         Autre  

Diagnostic différentiel:    Pulpite aigue                         Pulpo-desmodontite                         G avec D  

Anomalies non dentaires                      Oui                         Non  

Antécédents de trauma dentaire : Oui                         Non  

Proximité sinusale :                      Oui                         Non  

Troubles endocriniens :                      Oui                         Non

Troubles de croissance : Oui  Non

Allergie : Oui  Non

Antécédents d'asthme : Oui  Non

Prise des anti-inflammatoires : Oui  Non

Anomalies dentaires : Oui  Non

Anomalies radiculaires : Oui  Non

Forme des racines :

Normale  apex émoussé  en forme de pipette  racine coudée

Forme de la chambre canalaire : Large  Etroite  Normale

Présence d'agénésie dentaire : Oui  Non

Dents incluses : Oui  Non

Para-fonctions : Oui  Non

Déglutition atypique : Oui  Non

Respiration buccale : Oui  Non

Traitement endodontique : Oui  Non

Dents ayant subi des traitements canaux



Technique du traitement endo mono-cône

Autres

Pantamogramme Oui

Non

**N.B : Classification IDCAS :**

**4** : Zone sombre dans la dentine sous-jacente j jacente visible à travers l'émail.

**5** : Cavité franche avec dentine exposée.

**6** : Cavité extensive avec dentine exposée.

## Annexe 3 : FICHE STEPWISE

### Stepwise:

Radio préliminaire

Technique de curetage : Manuelle  Rotative  Autres

#### Analyse bactériologique :

A la trépanation  après curetage partiel

Durée du traitement : 09 mois Moyenne  Longue (1 ans et +)

Présence de dentine ramollie: Oui  Non

Degré de l'atteinte: IDCAS 4  IDCAS 5  IDCAS 6

Control clinique 1 mois  3 mois  9 mois

L'obturation au CVI Conservée  Défectueuse

#### contrôle clinique ::

Test au froid positif  négatif

Test al percussion:

Axial positif  Négatif:

Transversale positif  Négatif

Contré radiologique 1 mois  3mois  9 mois:

Au niveau coronaire::

Dentine réparatrice	Présente	<input type="checkbox"/>	Absente	<input type="checkbox"/>
Radioclarité dentinaire	Evoluée	<input type="checkbox"/>	Stoppée	<input type="checkbox"/>

Au niveau radiculaire:

Desmodonte	Respecté	<input type="checkbox"/>	Altéré	<input type="checkbox"/>
Lamina dura	continue	<input type="checkbox"/>	discontinue	<input type="checkbox"/>
Image peri-apicale	Présente	<input type="checkbox"/>	Absente	<input type="checkbox"/>

Restauration définitive après 1année

Evolution de la cicatrisation pulpaire

**Clinique:**

Sensibilité	modérée	<input type="checkbox"/>	moyenne	<input type="checkbox"/>	aggravée	<input type="checkbox"/>
Coloration de la dent	conservée	<input type="checkbox"/>	altérée	<input type="checkbox"/>		

**Radiologique:**

Coronairement:	présence d'une ligne radiolaire	oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>
Radiculaire	présence d'une image péri apicale	Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>

Ouverture de la dent et dépose du CVI::

Objectivation de la cicatrisation coronaire	oui	<input type="checkbox"/>	non	<input type="checkbox"/>
Présence e dentine ramollie	Oui	<input type="checkbox"/>	Non	<input type="checkbox"/>

## Annexe 4 : FICHE PRC

### Partiel carie removal (PRC):

Radio préliminaire

Technique de curetage : Manuelle  Rotative  Autres

#### Analyse bactériologique :

A la trépanation  après curetage partiel

Durée du traitement : 1 an Moyenne  Longue (1 ans et +)

Présence de dentine ramollie: Oui  Non

Degré de l'atteinte: superficiel 4  profond 5  avancée 6

Control clinique 1 mois  3 mois  9 mois

L'obturation au CVI Conservée  Défectueuse

#### Contrôle clinique::

Test au froid positif  négatif

Test al percussion:

Axial positif  Négatif:

Transversale positif  Négatif

Contrôle radiologique 1 mois  3mois  9 mois:

Au niveau coronaire::

Dentine réparatrice                      Présente     Absente

Radioclarité dentinaire                      Evoluée     Stoppée

Au niveau radiculaire:

Desmodonte                                      Respecté     Altéré

Lamina dura                                      continue     discontinue

Image peri-apicale                              Présente     Absente

Evolution de la cicatrisation pulpaire

**Clinique:**

Sensibilité                      modérée     moyenne     aggravée

Coloration de la dent                      conservée     altérée

**Radiologique:**

Corolairement:                      présence d'une ligne radiolaire                      oui                       Non

Radiculaire                      présence d'une image péri apicale                      Oui                       Non

**N.B : Classification IDCAS :**

**4** : Zone sombre dans la dentine sous-jacente j jacente visible à travers l'émail.

**5** : Cavité franche avec dentine exposée.

**6** : Cavité extensive avec dentine exposée.



## Résumé

La prise en charge des caries dentaires consiste généralement à retirer intégralement la dentine molle déminéralisée avant de placer une obturation.

En général, les praticiens retirent l'intégralité d'une carie à l'aide d'une fraise ou d'instruments dentaires avant de placer une obturation. Toutefois, le retrait complet d'un tissu carieux présente certains inconvénients, notamment des lésions au niveau pulpaire de la dent, des douleurs dentaires et éventuellement un affaiblissement de la structure dentaire.

Actuellement, deux interventions de prise en charge opératoire alternative des caries profondes ont été évaluées :

- Excavation par étapes ou StepWise (SW) ; cette technique permet de retirer progressivement une carie en deux étapes à quelques mois d'intervalle, permettant ainsi à la pulpe dentaire de se régénérer et de laisser la dentine se cicatriser.

- Retrait partiel d'une carie (PRC) ; le médecin dentiste retire une partie du tissu dentinaire lésé et restaure de façon permanente ce qui reste dans la dent.

Nous nous proposons le suivi d'évolution après curetage partiel de caries dentaires profondes sur 90 dents réparties en 02 groupes parallèles de 45 ayant subi tour à tour la Stepwise et la PRC sur une période approximative d'une (01) année.

L'objectif principal de notre recherche, consiste en une étude comparative entre le curetage complet en deux (02) étapes versus le curetage partiel (PRC) en une (01) étape des molaires permanentes sur une période de neuf mois.

A l'issue de ce travail, le succès est évalué par l'estimation de la vitalité pulpaire, déterminée surtout par la réactivité de la pulpe au test au froid thermiques et l'absence de lésions apicales.

Bien que l'effraction pulpaire est plus répandue dans la SW (Ou on rouvre pour compléter et parfaire le curetage après la phase de temporisation) ('Presque un 1/3 d'effractions contre 1/5 en PRC et un P de 0,00002 ; nettement inférieur à 0,05). En fin de traitement, dans la PRC, on constate la présence de dentine sur les parois latérales dans 84,44% des cas contre 24,44% dans la SW , Il s'avère que la technique PRC permet de conserver la vitalité pulpaire sans ressentir le besoin de ré-intervenir comme pour la SW notamment sur des atteintes carieuses des molaires permanentes impliquant les 2/3 ou même plus de l'épaisseur dentinaire.



## Summary

The management of dental caries has traditionally involved removal of all soft demineralised dentine before a filling is placed. However, the benefits of complete caries removal have been questioned because of concerns about the possible adverse effects of removing all soft dentine from the tooth.

Traditionally dentists have removed all of the decay with a dental drill or instruments before a filling is placed. However, removal of all the decay has some disadvantages, including damage to the nerve of the tooth, toothache and possibly weakening of the tooth structure.

Now, two alternative operative caries management interventions were assessed. These interventions were:

- Stepwise excavation (SW); this technique removes caries in stages over two visits some months apart, allowing the dental pulp time to repair itself and lay down dentine.

- Partial caries removal ; the dentist removes part of the dentinal caries and seals what is left into the tooth permanently.

We purpose To follow-up teeth with deep caries lesions submitted to Stepwise excavation and Partial caries removal over a 01-year period.

Parallel group of 45 tooth randomised and controlled trials comparing stepwise (SW) with partial removal caries (PRC) from occlusal molar deep caries.

The principal objective of this research is to evaluated the effectiveness of 2 treatments for deep caries removal (PRC) and Stepwise excavation (SW) for 12 months follow-up period. The inclusion criteria wer as follows: patient with permanent molars presenting deep caries lesion, positif reponse to cold test, absence of spontaneous pain, negative sensitivity to percussion ,and absence of periapical lesions

Outcome success was evaluated by assessment of pulp vitality, determined by pulp sensitivity to a cold test ,the absence of periapical lesions and the risk to

pulpe effraction.. By the end of the 01 year follow-up period, the 90 teeth had been evaluated.). These results suggest that there is no need to re-open a cavity and perform a second excavation (Risk to pulp effraction in SW (1/3 effraction contre 1/5 for PRC).p 0,00002) ,nonetheless the presence off decayd dentin inactive under the restoration of temporisation (Presente in the 84,44% with PRC compared to 24,44 in the SW).

Rentry may not be needed after partial caries removal in mainly permanent molars with caries involving 2/3 or more of the dentin thickness.

## ملخص

ان التكفل بحالات التسوس يكون عادة بالتخلص التام من النسيج العاجي المتعفن و المريض ثم الحشو، لكن المزايا المستسقاء من هذه العملية قد يكون لها اثر سلبي علي مستقبل العصب و دوره الحيوي في المحافظة علي الإنسان.

جراح الإنسان يستعمل الآلات حادة و ادوات خاصة قد تؤثر علي الحالة قبل عملية الحشو.

الإضرار في العصب قد تؤدي الي الأم حادة ، ضعف في بنية الإنسان.

في الوقت الحالي عمليات جديدة للتكفل بهذه الحالات هي قيد الدراسة بالعمليات هي:

~الكشط في مرحلتين اثنتين.(SW).

~الكشط الجزئي في مرحلة واحدة.(PRC).

هذا البحث الذي امتد على مدة سنة كاملة و الذي خلاله تمت معالجة 90 مريض قمنا بتقسيمهم الي مجموعتين (2) ،الأولى تحتوي عتي 45 سن موجهة الي الكشط في مرحلتين و الثانية تحتوي على نفس العدد (45) مخصصة للكشط في مرحلة واحدة.

الهدف الرئيس هو المقارنة بين تقنيتي الكشط الجزئي في مرحلتين بالكشط في مرحلة واحد على مستوى الطواحن النهائية الكاملة في مدة سنة كاملة.

المرضى عددهم 90 في البداية، تم تقسيمهم الي مجموعتين ،كل تتكون من 45 ضرس اين تمت المقارنة بين النتائج على مدار سنة كاملة.

النتيجة التي وصلنا اليها هي ان الكشط الجزئي في مرحلة واحدة يضمن ابقاء العصب حي دون الضرر بالطواحن النهائية حتى و لو كانت في حالة ضرر متقدم.

في نهاية البحث تقييم النتائج حدد بالرجوع الي اختبار حيوية العصب للبرد، و كذا غياب التفاعلات على مستوى محيطا لجزر القمي.

لاحظنا انه ورغم ان الكشط في مرحلتين قد يؤدي الي اقتحام تب الاسنان (SW 3/1 ضد 5/1 ل PRC) و انه في اخر المطاف كميات من العاج الملين تستمر بالعيش تحت الحشو في الكشط الجزئي في مرحلة واحدة ( في 84,44%) إلا انه هذه التقنية تسمح بالمحافظة على حياة العصب دون الحاجة الي التدخل مرة اخرى خاصة في حالات التسوس التي تتجاوز 3/2 من سمك العاج.

**FELLAHI Samir.**

Thèse pour le diplôme d'état de docteur en sciences médicales

**" STEPWISE EXCAVATION (SW) ET PARTIAL REMOVAL CARIES (PRC) DANS LES CARIES PROFONDES : APPORTS DES CONCEPTS ACTUELS DANS LA PRÉSERVATION DE LA VITALITÉ PULPAIRE ".**

Résumé	Summary	ملخص
<p>La prise en charge des caries dentaires consiste généralement à retirer intégralement la dentine molle déminéralisée avant de placer une obturation. Toutefois, les avantages liés au retrait complet d'une carie ont été remis en cause en raison d'inquiétudes concernant d'éventuels effets indésirables liés au retrait intégral de la dentine molle de la dent.</p> <p>En général, les dentistes retirent l'intégralité d'une carie à l'aide d'une fraise ou d'instruments dentaires avant de placer une obturation. Toutefois, le retrait complet d'une carie présente certains inconvénients, notamment des lésions au niveau du nerf de la dent, des douleurs dentaires et éventuellement un affaiblissement de la structure dentaire.</p> <p>Actuellement, deux interventions de prise en charge opératoire alternative de caries ont été évaluées. Ces interventions sont les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Excavation par étapes ou Stepwise (SW) ; cette technique permet de retirer progressivement une carie en deux visites à quelques mois d'intervalle, permettant ainsi à la pulpe dentaire de se régénérer et de laisser la dentine se reposer.</li><li>- Retrait partiel d'une carie (PRC) ; le dentiste retire une partie de la carie dentaire et colmate de façon permanente ce qui reste dans la dent.</li></ul> <p>Nous nous proposons le suivi d'évolution de caries profondes ayant subi tour à tour la Stepwise et la PRC sur une période approximative d'une (01) année.</p> <p><b>Objectif:</b> L'objectif principal de notre recherche, consiste en une étude comparative entre le curetage complet en deux (02) étapes versus le curetage partiel (PRC) en une (01) étape des molaires permanentes sur une période de neuf mois.</p> <p><b>Méthode:</b> Des essais contrôlés randomisés en groupes parallèles de 45 dents, comparant un retrait par étapes (Stepwise) au retrait partiel en une étape (PRC) de caries profondes sur la face occlusale des molaires définitives</p> <p><b>Résultats :</b> Il s'avère que la technique PRC permet de conserver la vitalité pulpaire sans ressentir le besoin de réintervenir notamment sur les molaires permanents impliquant les 2/3 ou même plus de l'épaisseur dentinaire.</p> <p><b>Mots clé</b> Stepwise, PRC, carie profonde, fraises, curetage, operative, non operative, obturation.</p>	<p>The management of dental caries has traditionally involved removal of all soft demineralised dentine before a filling is placed. However, the benefits of complete caries removal have been questioned because of concerns about the possible adverse effects of removing all soft dentine from the tooth.</p> <p>Traditionally dentists have removed all of the decay with a dental drill or instruments before a filling is placed. However, removal of all the decay has some disadvantages, including damage to the nerve of the tooth, toothache and possibly weakening of the tooth structure.</p> <p>Now, two alternative operative caries management interventions were assessed. These interventions were:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Stepwise excavation (SW); this technique removes caries in stages over two visits some months apart, allowing the dental pulp time to repair itself and lay down dentine.</li><li>- Partial caries removal ; the dentist removes part of the dentinal caries and seals what is left into the tooth permanently.</li><li>- No dentinal caries removal ; no dentinal caries is removed before sealing or restoring.</li></ul> <p>We purpose To follow-up teeth with deep caries lesions submitted to Stepwise excavation and Partial caries removal over a 01-year period.</p> <p><b>Objectif:</b> The principal objective of this research is to evaluated the effectiveness of 2 treatments for deep caries removal (PRC) and Stepwise excavation (SW) for 09 months follow-up period. Inclusion criteria :patient with permanent molars presenting deep caries lesions, positif reponse to cold test, absence of spontaneous pain, negative sensitivity to percussion ,and absence of periapical lesions</p> <p><b>Methods:</b> Parallel group of 45 tooth randomised and controlled trials comparing stepwise (SW) with partial removal caries (PRC) from occlusal molar deep caries.</p> <p><b>Result:</b> Rentry may not be needed after partial caries removal in mainly permanent molars with caries involving 2/3 or more of the dentin thickness.</p> <p><b>Key Words</b> Stepwise, PRC, deep carie, fraises, decape, operative, non-operative, restoring.</p>	<p>ان التكفل بحالات التسوس يكون عادة بالتخلص التام من النسيج العاجي المتعفن و المريض ثم الحشو لكن المزايا المستسقة من هذه العملية قد يكون لها اثر سلبي علي مستقبل العصب و دوره الحيوي في المحافظة علي الإنسان.</p> <p>جراح الإنسان يستعمل اللإلات حادة و ادوات خاصة قد تؤثر علي الحالة قبل عملية الحشو.</p> <p>الإضرار في العصب قد تؤدي الي الأم حادة ءضعف في بنية الإنسان.</p> <p>في الوقت الحالي عمليات جديدة للتكفل بهذه الحالات هي قيد الدراسة -العمليات هي:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>-الكشط في مرحلتين اثني. (SW).</li><li>-الكشط الجزئي في مرحلة واحدة. (PRC)</li></ul> <p>هذا البحث كان على مدة سنة كاملة.</p> <p><b>اهداف البحث:</b> الهدف الرئيس هو المقارنة بين تقنيتي الكشط الجزئي في مرحلتين بالكشط في مرحلة واحد على مستوى الطواحن النهائية الكاملة.</p> <p><b>التقنية:</b> المرضى تم تقسيمهم الى مجموعتين ,كل تتكون من 45 ضرس اين تمت المقارنة على مدار سنة كاملة.</p> <p><b>النتائج:</b> النتيجة التي وصلنا اليها هي ان الكشط الجزئي في مرحلة واحدة يضمن ابقاء العصب حي دون الضرر بالطواحن النهائية حتى و لو كانت في حالة ضرر متقدم.</p> <p><b>مفتاح:</b> تسوس Sw, PRC, كشط.</p>

**Adresse de l'auteur : Faculté de médecine. Cité 300 Logements-Nouvelle ville. Constantine.**

**Laboratoire de recherche "Santé Bucco-Dentaire" Université BADJI Mokhtar – Annaba.**

**E-Mail : samiroc76@hotmail.fr**

**Directeur de Thèse : Pr. SID Rachid. Département de médecine dentaire-Annaba.**

**Année 2022**