

République Algérienne Démocratique et Populaire

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ⵜⴰⵎⴰⵎⴻⵜ ⵏ ⵜⴰⵎⴰⵎⴻⵜ ⵏ ⵜⴰⵎⴰⵎⴻⵜ ⵏ ⵜⴰⵎⴰⵎⴻⵜ ⵏ ⵜⴰⵎⴰⵎⴻⵜ

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAÏD

FACULTE DE MEDECINE

DR. B.BENZERDJEB - TLEMEN



جامعة أبو بكر بلقايد

كلية الطب

د.ب.بن زرجب - تلمسان

DEPARTEMENT DE MEDECINE DENTAIRE

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES POUR  
L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTEUR EN MEDECINE DENTAIRE**

**Thème :**

**IMPLICATION DE LA PIEZOCHIRURGIE DANS LA PRATIQUE DE LA  
CHIRURGIE ENDODONTIQUE MODERNE**

Présenté par :

**BERRACHED Ikram**

**BOUDIEB Affaf Amel**

**BENYOUB Amel Rania**

Soutenu en distanciel le 21 Octobre 2021

**Le Jury :**

**Pr. A. MESLI**

Maitre de conférences A en Pathologie Bucco-Dentaire  
CHU Tlemcen

**Président**

**Dr. B. HIMEUR**

Maitre-assistante en Odontologie  
Conservatrice /Endodontie

**Examinatrice**

**Dr. A. KDROUSSI**

Maitre-assistant en Parodontologie

**Examineur**

**Dr. Y. BOUDJELLAL**

Maitre-assistant en Odontologie  
Conservatrice/Endodontie

**Encadreur**

Année universitaire 2020-2021

## **Remerciements**

***A Notre Directeur de Mémoire Docteur BOUDJELLAL.Y Maitre-Assistant en O.C.E du  
CHU Tlemcen***

*Nous sommes très sensibles à l'honneur que vous nous avez fait en acceptant de diriger notre thèse.*

*Nous vous remercions pour nous avoir offert les conditions nécessaires et nous avoir guidés dans l'élaboration de ce travail et contribuer largement à sa réalisation avec la patience, le dynamisme et aussi le soutien tout au long de notre projet*

*Nous vous remercions pour votre encadrement de qualité, votre motivation professionnelle ainsi que votre excellence dans la pratique chirurgicale qui ont été un exemple pour nous*

*La très grande disponibilité, l'attention, la patience dont vous avez fait preuve durant toute l'élaboration de ce travail de recherche. Mais surtout, merci d'avoir cru en nous depuis le début.*

*Vos qualités humaines et votre gentillesse, font de vous une personne que nous apprécions particulièrement. Nous sommes très fiers d'avoir travaillé avec vous et de soutenir cette thèse.*

*Veillez trouver ici le témoignage de notre gratitude et de notre respect le plus sincère*

***A Notre Président de Jury du Mémoire Professeur MESLI. A Maître de conférences A Et  
Chef de service de Pathologie et chirurgie Bucco-dentaire CHU Tlemcen***

*Nous sommes très honorées que vous avez accepté la présidence du jury de notre thèse.*

*Nous vous remercions d'avoir permis que cette étude expérimentale soit menée dans votre service et nous vous témoignons par ce travail notre profonde reconnaissance.*

*Nous vous remercions de la confiance que vous nous avez accordée. Nous sommes heureuses d'avoir pu bénéficier de votre enseignement théorique et clinique. Nous garderons en mémoire votre disponibilité et votre pédagogie.*

*Veillez trouver ici l'expression de notre reconnaissance et de notre profonde considération.*

***Au Chef de Département de la Médecine Dentaire CHU Tlemcen Professeur  
OUDGHIRI.F***

*Vous nous avez marqué par vos connaissances innombrables et votre façon bien à vous d'enseigner. Merci de nous avoir toujours fait confiance, de nous avoir encouragé et de nous avoir facilité le travail au niveau de votre service. Merci pour le dévouement dont vous avez fait preuve durant notre cursus universitaire et hospitalier.*

*Votre engagement auprès de vos étudiants, vos compétences et votre humanité nous a toujours impressionnés.*

*Veillez accepter l'expression de notre reconnaissance et de notre plus profond respect.*

***A Notre Juge de Mémoire Docteur KDROUSSI. A Maître-Assistant en Parodontologie  
CHU Tlemcen***

*Nous vous sommes reconnaissantes d'avoir accepté de siéger parmi les membres du jury.*

*Nous ne vous remercierons jamais assez pour l'engagement pédagogique dont vous faites preuve, pour l'énergie dépensée afin de nous procurer une formation de qualité. Vous nous avez transmis votre immense savoir, tout en apportant ce grain de folie qui nous a permis de changer irrémédiablement notre vision de la vie : savoir concilier*

*« Rigueur de travail » et « bons moments ».*

*Nous vous remercions pour votre gentillesse et votre gaieté tout au long de ces années d'études, et surtout pour toutes les leçons de morale et de psychique que nous avons vraiment besoin.*

*Nous vous remercions de nous avoir transmis votre expérience, tant professionnelle qu'humaine durant ces années. Vous êtes en enseignant hors pair.*

*Veillez trouver ici le témoignage de notre gratitude et de notre respect le plus sincère.*

***A Notre Juge de Mémoire Docteur HIMEUR.B Maitre Assistante en O.C.E CHU Tlemcen***

*Nous vous sommes très reconnaissante d'avoir eu la gentillesse d'accepter de juger notre thèse.*

*Merci pour toutes ces années d'études, la qualité de votre enseignement théorique et clinique, dispensé avec calme, gentillesse et rigueur et de votre sympathie. Nous avons eu le plaisir d'apprendre et de travailler à vos côtés en préclinique comme en clinique, en alliant rigueur, disponibilité et compétence.*

*Veillez trouver ici le témoignage de notre sincère considération.*

Tout d'abord je tiens à remercier **ALLAH** le tout puissant de m'avoir donné la santé, la volonté, le courage et la patience pour mener à terme mes études et pourvoir réaliser ce travail de recherche.

Je dédie entièrement ce travail à **mon père** et à **ma mère**, mes piliers, mes premiers supporteurs et ma plus grande force. Merci **Papa** pour votre présence, votre soutien, votre aide financière, vos sacrifices et surtout votre amour, merci de n'avoir jamais douté de moi.

**Maman**, Jamais je ne pourrai vous remercier assez ; votre présence et vos encouragements vos prières sont ce qui m'a poussé et me pousse toujours à suivre la voie d'excellence à rêver et à réaliser mes rêves Tout ce que j'espère, c'est que vous soyez fiers de moi aujourd'hui, que dieu vous garde

À mon âme sœur et ma meilleure amie **Fatima Zohra**, qui m'encourage depuis des années, me comprend et qui été toujours à mes côtés, a son mari **Abd el madjid** et à leurs enfants : **Mohamed Zayd et Mouad** que dieu les protège.

À mon cher frère **Mohamed** et son épouse **Khadija**, pour ces encouragements et ces conseils. Sans oublier ma chère nièce **Assile** que dieu la protège

À mon cher frère **Mahdi**, pour sa présence et ses encouragements que dieu lui donne du bonheur, santé et réussite dans sa vie.

Enfin je dédie ce travail à mon trinôme : **Amel Rania** et **Affaf Amel** pour tous les bons moments, les souvenirs que nous avons partagés durant toute cette année vous êtes les meilleures.

A mes copines **Djihane et Thoria** pour leurs aides précieux durant les moments difficiles, leurs générosités et surtout les bons moments qu'on a partagé ensemble durant toutes ces années.

**A toutes et tous mes amis (es) inoubliables. MERCI**

**BERRACHED IKRAM**

Je dédie ce mémoire... À **mon père**, qui m'a toujours dit que les belles choses étaient réalisables lorsqu'on y travaillait. Merci pour ton soutien, pour ton humour, et pour ton amour omniprésent. Tu resteras toujours un très bel exemple pour moi.

À **ma mère**, qui caractérise l'énergie et la positivité. Merci d'avoir su tempérer mon caractère, d'avoir toujours trouvé des solutions, de ne rien lâcher, de toujours voir le bon côté des choses pour le bien des autres. Merci pour tes petites attentions quotidiennes

À mes chers frères **Wassim** et **Réda** et à ma belle-sœur **Wissem**, pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral. Je leur souhaite un avenir plein de réussite et de bonheur.

À **Mokhtaria**, à l'une des plus belles choses que m'ont apporté ces études : notre rencontre et cette amitié étincelante.

À mon trinôme **Ikram** et **Amel**, à nos années cliniques, à nos meilleurs moments passés ensemble.

À toute ma famille et mes amis pour leur patience et leur soutien tout au long de mon parcours universitaire. MERCI

BOUDIEB Affaf Amel



الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات  
اللهم اجز من علمنا أي حرف بخير وارحم كل من له حق علينا  
وما التوفيق إلا بالله

Je dédie le fruit de ce modeste travail comme un geste de gratitude :

**A ma mère :**

À la plus belle créature que Dieu a créée sur terre à cette source de tendresse, de patience et de générosité ; vous êtes une Femme exemplaire, J'admire la femme et la mère que tu es. Tout l'amour que tu m'as donné, tous les sacrifices que tu as faits ; Sache que je t'aime très fort ; que Dieu t'accorde longue vie afin que tu puisses récolter ce que tu as semé. Jamais je ne pourrai vous remercier assez ; je vous dédie cette thèse avec tout mon amour.

**A mon père :**

Qui m'as appris que « Rien n'est facile dans cette vie mais tout est possible » et que « Tout a un prix », merci de me rendre une fille forte ; courageuse et combattante. Que dieux vous protège et que la réussite soit toujours à ma portée pour que je puisse vous combler de bonheur.

**A tous les membres de ma famille**, petits et grands. Veuillez trouver dans ce travail l'expression de mon affection.

**A mon trinôme** « IKRAM » et « AFFAF AMEL », merci pour votre patience et compréhension. Merci pour tous les beaux moments passés ensemble.

**A tous mes amies, mes collègues Promo 2015**, Je garderai de bons souvenirs avec vous.

**A tous mes enseignants**, depuis primaire jusqu'à mon cursus universitaire.

A tous ce qui m'ont fourni leur soutien, ce qui par un mot m'ont donné la force de continuer. Que toutes les personnes reçoivent ici le témoignage de ma gratitude.

Benyoub Amel Rania

## Sommaire :

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE I REVUE DE LA LITTERATURE.....</b>	<b>3</b>
<b>1. GENERALITES : .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1 ANATOMIE, HISTOLOGIE DE LA ZONE PERI APICALE : .....</b>	<b>4</b>
1.1.1 L'apex radulaire : .....	4
1.1.2 LE PARODONTE : .....	5
<b>1.2 PATHOLOGIE DE LA ZONE PERI-APICALE :.....</b>	<b>5</b>
1.2.1 Définition Des Lésions Péri-Apicales :.....	5
1.2.2 Pathogenèse des lésions péri-apicales :.....	6
1.2.3 Terminologie Et Classification : .....	8
<b>2. LA CHIRURGIE ENDODONTIQUE : .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 DEFINITION : .....</b>	<b>11</b>
<b>2.2 LES OBJECTIFS DE LA CHIRURGIE APICALES :.....</b>	<b>11</b>
<b>2.3 INDICATIONS : .....</b>	<b>11</b>
2.3.1 D'ordre anatomique : .....	11
2.3.2 D'ordre iatrogène : .....	13
2.3.3 D'ordre pathologique : .....	14
<b>2.4 LES CONTRES INDICTIONS : .....</b>	<b>14</b>
2.4.1 D'ORDRE GENERALE : .....	14
2.4.2 D'ORDRE LOCAL : .....	15
<b>2.5 PROTOCOLE OPERATOIRE DE LA MICROCHIRURGIE ENDODONTIQUE :.16</b>	
2.5.1 BILAN PREOPERATOIRE : .....	16
2.5.2 PREPARATION DU PATIENT : .....	18
2.5.3 ANESTHESIE : .....	19
2.5.4 HEMOSTASE PRE CHIRURGICAL : .....	19
2.5.5 INCISION ET DESSIN DU LAMBEAU : .....	19
2.5.6 OSTEOTOMIE : .....	25
2.5.7 CURETAGE PERIAPICAL : .....	28

2.5.8	Résection apicale : .....	28
2.5.9	L'HEMOSTASE CHIRURGICALE : .....	29
2.5.10	PREPARATION CANALAIRE RETROGRADE : .....	31
2.5.11	Obturation Canalaire à retro : .....	32
2.5.12	FERMETURE DU SITE OPERATOIRE : .....	36
<b>2.6</b>	<b>SOINS POSTS OPERATOIRE : .....</b>	<b>39</b>
2.6.1	Conseils post opératoires : .....	39
2.6.2	Prescription post opératoire : .....	41
2.6.3	Les contrôles post opératoires : .....	42
<b>3.</b>	<b>LA PIEZOCHIRURGIE : .....</b>	<b>43</b>
<b>3.1</b>	<b>DEFINITION : .....</b>	<b>43</b>
<b>3.2</b>	<b>L'HISTORIQUE : .....</b>	<b>43</b>
<b>3.3</b>	<b>LES PRINCIPES PHYSIQUES DE LA PIEZOCHIRURGIE : .....</b>	<b>44</b>
3.3.1	L'effet piézoélectrique : .....	44
3.3.2	Le phénomène de cavitation : .....	44
<b>3.4</b>	<b>APPORT DES GENERATEURS PIEZOELECTRIQUES : .....</b>	<b>45</b>
3.4.1	Instruments existants : .....	45
3.4.2	Les instruments manuels : .....	45
3.4.3	Les outils de coupes motorisés : .....	45
3.4.4	Les instruments piézoélectriques : .....	46
<b>3.5</b>	<b>EVALUATION DES PERFORMANCES : .....</b>	<b>46</b>
3.5.1	Sélectivité de l'effet de coupe : .....	46
3.5.2	Contrôle chirurgical : .....	47
3.5.3	Hémostase : .....	47
3.5.4	L'évaluation histologique : .....	48
3.5.5	Evaluation radiologique : .....	49
3.5.6	Cicatrisation osseuse : .....	49
3.5.7	La cicatrisation des tissus mous : .....	50
<b>3.6</b>	<b>SYSTEMES DISPONIBLES EN PIEZOCHIRURGIE : .....</b>	<b>50</b>

3.6.1	Principes technologiques du bistouri ultrasonore : .....	50
3.6.2	PIEZOTOME DE MECTRON : .....	51
3.6.3	PIEZOTOME DE SATELEC : .....	53
3.6.4	SURGYSONIC D'AMTECH : .....	57
3.6.5	PIEZON MASTER SURGERY D'EMS® : .....	58
<b>4.</b>	<b>IMPLICATION DE LA PIEZOCHIRURGIE DANS LA PRATIQUE DE CHIRURGIE</b>	
	<b>ENDODONTIQUE MODERNE : .....</b>	<b>59</b>
<b>4.1</b>	<b>IMPLICATION DE LA PIEZOCHIRURGIE DANS L'OSTEOTOMIE : .....</b>	<b>59</b>
<b>4.2</b>	<b>IMPLICATION DE LA PIEZOCHIRURGIE DANS LA RESECTION APICALE :.</b>	<b>61</b>
<b>4.3</b>	<b>ROLES DE LA PIEZOCHIRURGIE DANS LA REGENERATION OSSEUSE :.....</b>	<b>65</b>
<b>4.4</b>	<b>IMPLICATION DE LA PIEZOCHIRURGIE DANS LE PRELEVEMENT DE LA</b>	
	<b>GREFFE OSSEUSE .....</b>	<b>67</b>
<b>4.5</b>	<b>IMPLICATION DE LA PIEZOCHIRURGIE DANS LA GESTION DU SINUS</b>	
	<b>MAXILLAIRE :.....</b>	<b>70</b>
<b>4.6</b>	<b>IMPLICATION DE LA PIEZOCHIRURGIE DANS LA GESTION DU NERF</b>	
	<b>DENTAIRE INFERIEUR :.....</b>	<b>71</b>
	<b>Problématique :.....</b>	<b>72</b>
	<b>CHAPITRE II MATERIELS ET METHODES .....</b>	<b>72</b>
<b>1.</b>	<b>MATERIELS ET METHODES .....</b>	<b>73</b>
<b>1.1</b>	<b>TYPE DE L'ETUDE.....</b>	<b>73</b>
<b>1.2</b>	<b>OBJECTIF PRINCIPAL : .....</b>	<b>73</b>
<b>1.3</b>	<b>POPULATION DATE ET LIEU D'ETUDE.....</b>	<b>73</b>
1.3.1	CRITERES D'INCLUSION .....	73
1.3.2	CRITERES DE NON INCLUSION .....	74
1.3.3	CRITERES D'EXCLUSION.....	74
<b>1.4</b>	<b>OUTCOMES (CRITERES DE JUGEMENT).....</b>	<b>74</b>
<b>1.5</b>	<b>MATERIELS.....</b>	<b>75</b>
<b>1.6</b>	<b>Méthodes.....</b>	<b>81</b>
1.6.1	Déroulement de l'étude.....	81
1.6.2	Cas clinique :.....	83

<b>CHAPITRE III RESULTATS.....</b>	<b>91</b>
<b>1. ETUDE DESCRIPTIVE DE L'ECHANTILLON.....</b>	<b>92</b>
<b>1.1 RÉPARTITION DES PATIENTS SELON L'ÂGE : .....</b>	<b>92</b>
<b>1.2 REPARTITION DES PATIENTS SELON LE SEXE : .....</b>	<b>92</b>
<b>1.3 REPARTITION DES PATIENTS SELON LE MOTIF DE CONSULTATION .....</b>	<b>93</b>
<b>1.4 REPARTITION DES PATIENTS SELON L'INDICATION DE LA CHIRURGIE     ENDODONTIQUE : .....</b>	<b>94</b>
<b>1.5 REPARTITION DES DENTS RESEQUEES SELON LA SITUATION     ANATOMIQUE : .....</b>	<b>94</b>
<b>1.6 REPARTITION DES DENTS RESEQUEES SELON LA LOCALISATION SUR     ARCADE .....</b>	<b>95</b>
<b>1.7 REPARTITION DES PATIENTS SELON LA PRESENCE OU NON D'UNE LIPOE :     95</b>	<b>95</b>
<b>1.8 REPARTITION DES DENTS RESEQUEES SELON L'INDICE PERI APICALE     D'OSRTAVIK EN PRE OPERATOIRE : .....</b>	<b>96</b>
<b>1.9 RÉPARTITION DES PATIENTS EN FONCTION DU LAMBEAU UTILISÉ AU     COURS DE LA CHIRURGIE ENDODONTIQUE : .....</b>	<b>97</b>
<b>1.10 RÉPARTITION DES PATIENTS BÉNÉFICIENTS OU NON DE LA     BIOCERAMIQUE POUR OBTURATION RETROGRADE.....</b>	<b>97</b>
<b>1.11 PATIENT AYANT BENIFICIES DE LA PIEZOCHIRURGIE : .....</b>	<b>98</b>
<b>2. Etude Analytique et comparative de l'échantillon.....</b>	<b>99</b>
<b>2.1 Répartitions des résultats en fonction des signes cliniques et symptomatologie après     chirurgie endodontique : .....</b>	<b>99</b>
<b>2.2 Répartitions des résultats en fonction de cicatrisation muqueuse post-chirurgicale :..</b>	<b>99</b>
<b>2.3 REPARTITION DES RESULTATS EN FONCTION DE PRESENCE OU     D'ABSENCE DE SIGNES DE SURINFECTION (ECOULEMENT DU PUS, FIEVRE,     FATIGUE) SELON LE GROUPE DE PATIENTS.....</b>	<b>100</b>
<b>2.4 REPARTITION DES RESULTATS DE CICATRISATION MUQUEUSE EN     FONCTION DE LA DUREE.....</b>	<b>101</b>
<b>2.5 REPARTITION DES RESULTATS DE CICATRISATION MUQUEUSE EN     FONCTION DU LAMBEAU UTILISE SELON L'INDICE DE CICATRISATION DE     LANDREY HI.....</b>	<b>102</b>

2.6	REPARTITION DES RESULTATS DE CICATRISATION MUQUEUSE SELON LES GROUPES DE PATIENTS .....	103
2.7	REPARTITION DES RESULTATS DE PRESENCE OU D'ABSENCE DE RECESSION GINGIVALE EN FONCTION DE LAMBEAU UTILISE .....	104
2.8	REPARTITION DES RESULTATS DE PRESENCE OU D'ABSENCE DE RECESSION GINGIVALE SELON LES GROUPES DE PATIENTS .....	105
2.9	REPARTITION DES RESULTATS D'APPARITION OU NON DE MOBILITE DENTAIRE (SELON L'INDICE ARPA) SELON LE LAMBEAU UTILISE .....	105
2.10	REPARTITION DES RESULTATS D'APPARITION OU NON DE MOBILITE DENTAIRE SELON LES GROUPES .....	106
2.11	REPARTITION DES RESULTATS DE CICATRISATION OSSEUSE ET LIGAMENTAIRE VISIBLE A LA RADIOGRAPHIE .....	106
2.12	REPARTITION DES RESULTATS DE CICATRISATION OSSEUSE ET LIGAMENTAIRE VISIBLE A LA RADIOGRAPHIE EN FONCTION DES GROUPES DE PATIENTS .....	107
2.13	REPARTITION DES RESULTATS DE CICATRISATION OSSEUSE ET LIGAMENTAIRE VISIBLE A LA RADIOGRAPHIE EN FONCTION DU LAMBEAU UTILISE .....	108
2.14	REPARTITION DES RESULTATS DE CICATRISATION OSSEUSE ET LIGAMENTAIRE VISIBLE A LA RADIOGRAPHIE EN FONCTION D'APPARITION D'INFLAMMATION GINGIVALE SELON LES GROUPES.....	109
2.15	REPARTITION DES RESULTATS DE CICATRISATION OSSEUSE ET LIGAMENTAIRE VISIBLE A LA RADIOGRAPHIE EN FONCTION D'APPARITION DE SURINFECTION ET DE MOBILITE DENTAIRE SELON LES GROUPES .....	110
2.16	REPARTITION DES RESULTATS DE CICATRISATION OSSEUSE ET LIGAMENTAIRE VISIBLE A LA RADIOGRAPHIE EN FONCTION DE LA DUREE ...	111
2.17	REPARTITION DES RESULTATS DE CICATRISATION OSSEUSE ET LIGAMENTAIRE VISIBLE A LA RADIOGRAPHIE PRESENTANT UNE LIPOE EN FONCTION D'INDICE D'OSTRAVIK.....	112
2.18	REPARTITION DES RESULTATS DE SUCCES OU D'ECHEC DE CHIRURGIE ENDODONTIQUE EN FONCTION DES GROUPES DE PATIENTS.....	113
	CHAPITRE IV DISCUSSION.....	114
1.	LES LIMITES DE L'ETUDE.....	114

<b>2. BIAIS D'INTERPRETATION :</b> .....	<b>114</b>
<b>3. DISCUSSION SUR LES RESULTATS :</b> .....	<b>114</b>
<b>3.1 Discussion autour des résultats cliniques :</b> .....	<b>117</b>
<b>3.2 DISCUSSION AUTOUR DES RESULTATS RADIOGRAPHIQUES</b> .....	<b>118</b>
<b>3.3 LE SUCCES DE LA CHIRURGIE</b> .....	<b>122</b>
<b>CONCLUSION</b> .....	<b>125</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b> .....	<b>126</b>

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1: classification histologique des lésions periapicales <sup>(1)</sup>.....</b>	<b>8</b>
<b>Tableau 2: classification clinique des lésions periapicales simplifiée par torabinejad et Shabahang en 2014 en six groupes principaux <sup>(10-12)</sup>.....</b>	<b>9</b>
<b>Tableau 3: classification simplifiée classant les PA selon la nature aigue ou chronique de la lignée pathologique plus adaptée à l'exercice clinique <sup>(13)</sup>.....</b>	<b>10</b>
<b>Tableau 4: les différents types d'agents hémostatiques classés selon leur mode d'action. ....</b>	<b>30</b>
<b>Tableau 5: Répartition des résultats de cicatrisation osseuse et ligamentaire visible à la radiographie en fonction d'apparition d'inflammation gingivale selon les groupes de patients</b>	<b>109</b>
<b>Tableau 6: Répartition des résultats de cicatrisation osseuse et ligamentaire visible à la radiographie en fonction d'apparition de surinfection et de mobilité dentaire selon les groupes .....</b>	<b>110</b>
<b>Tableau 7: Les études de comparaison du taux de succès global dans la littérature.....</b>	<b>124</b>



## Table des figures :

Figure 1: Schéma de la région apicale d'après Kuttler .....	4
Figure 2: Cellules des granulomes périapicaux.....	7
Figure 3 : cliché Radiographique postopératoire présentant la 31 avec deux canaux et un sommet. ....	12
Figure 4 : Dens in dent.....	12
Figure 5: la 14 extraite avec trois racines très fines.....	12
Figure 6: la 47 (vue buccale) avec racine palatine double bifurquée .....	12
Figure 7: A - Cliché radiographique postopératoire présentant Une courbure extrême des racines de la 47 .....	13
Figure 8: B- radiographie postopératoire de la 25 présentant une courbure en « S ».....	13
Figure 9: Dépassement de matériaux d'obturation de la 22 avec racine accessoire. ....	13
Figure 10: Obturation canalair incomplète de la 41. ....	13
Figure 11: Lambeau rectangulaire submarginal .....	20
Figure 12: Lambeau triangulaire submarginal.....	21
Figure 13: Lambeau sulculaire rectangulaire .....	21
Figure 14: Lambeau sulculaire triangulaire.....	22
Figure 15: L'angulation de 90° entre l'incision intrasulculaire et l'incision de la base de papille .....	22
Figure 16: Lambeau papilla base incision(PBI).....	22
Figure 17: 15C Lame Bard-Parker .....	23
Figure 18: Micro-lame indiquée dans la zone esthétique ou en présence de tissus peu kératinisés .....	23
Figure 19: Décollement des tissus mous.....	25
Figure 20: Exemples d'écarteurs de tissus endodontiques (En haut Écarteur de tissu d'Arens ; Au milieu : écarteur de moyen-seldin ; En bas : rétracteur de l'Université du Minnesota). ....	25
Figure 21: La taille idéale de l'ostéotomie pour permettre l'insertion de la pointe ultrasonique de 3 mm.....	26
Figure 22: Une pièce à main chirurgicale de 45 degrés (Brasseler, USA).....	27
Figure 23: ostéotomie : (a) une petite ostéotomie initiale et l'extrémité de la racine sont à peine visibles à $\times 2$ ; (b) la racine a une couleur plus foncée, jaunâtre et dure, alors que l'os est blanc ; (c) l'extrémité de la racine est clairement visible. Est dure, alors que l'os est blanc ; (c) l'extrémité de la racine est clairement visible.....	27
Figure 24: Vue agrandie des mini-curettes et des mini-curettes de Molt spécialement conçues pour curetage péri-apical. ....	28
Figure 25: 3 mm de l'extrémité aux de la racine de la 6 sont réséqués (grossissement $\times 10$ ).....	29

<b>Figure 26: Résection radiculaire incomplète niveaux 1 et 2.....</b>	<b>29</b>
<b>Figure 27: l'avantage d'utilisation des inserts ultrasonique dans la préparation radiculaire rétrograde .....</b>	<b>31</b>
<b>Figure 28: système Endo Success Apical Surgery®. Les inserts ont trois longueurs successives (3, 6 et 9 mm). .....</b>	<b>32</b>
<b>Figure 29: Super EBA. ....</b>	<b>34</b>
<b>Figure 30: IRM ciment à base d'eugénol.....</b>	<b>34</b>
<b>Figure 31:ProRoot MTA .....</b>	<b>34</b>
<b>Figure 32: Biodentine .....</b>	<b>35</b>
<b>Figure 33: Scellants hydrauliques fluides à base de silicate de calcium disponibles dans le commerce : iRoot®SP (a), EndoSequence® BCSealer™ (b). .....</b>	<b>36</b>
<b>Figure 34: point en « o » .....</b>	<b>38</b>
<b>Figure 35: point en « 8 » .....</b>	<b>38</b>
<b>Figure 36: Point matelassier vertical.....</b>	<b>39</b>
<b>Figure 37: point en écharpe .....</b>	<b>39</b>
<b>Figure 38: Schéma représentant Le phénomène de cavitation .....</b>	<b>45</b>
<b>Figure 39: Coupe sélective dans la chirurgie du sinus maxillaire. ....</b>	<b>47</b>
<b>Figure 40: Ostéotomie produite par une fraise à os et avec OT7 .....</b>	<b>48</b>
<b>Figure 41: Évaluation de la morphologie de la surface de l'os avec un microscope électronique à balayage, grossissement 500X. ....</b>	<b>49</b>
<b>Figure 42: Le bistouri ultrasonore. ....</b>	<b>51</b>
<b>Figure 43: Le générateur Piezosurgery®.....</b>	<b>52</b>
<b>Figure 44: Inserts tranchants.....</b>	<b>52</b>
<b>Figure 45: Inserts plats émoussés. ....</b>	<b>53</b>
<b>Figure 46: Le générateur Piezotome®. ....</b>	<b>53</b>
<b>Figure 47: Satelec implanter II.....</b>	<b>54</b>
<b>Figure 48: Inserts ultrasonores du kit BoneSurgery™.....</b>	<b>54</b>
<b>Figure 49: Inserts du kit Sinus Lift TM.....</b>	<b>56</b>
<b>Figure 50: Insert LC1. ....</b>	<b>57</b>
<b>Figure 51: Le système Surgysonic®. ....</b>	<b>58</b>
<b>Figure 52: Le système Piezon Master Surgery®.....</b>	<b>59</b>
<b>Figure 53: L'insert OT7 : une micro-scie à os de 0,55 mm utilisée pour l'ostéotomie à haute efficacité dans toutes les techniques d'ostéotomie au maxillaire et à la mandibule (fente de crête, corticotomies et prélèvement de bloc osseux). ....</b>	<b>61</b>
<b>Figure 54: Prélèvement de blocs osseux par technique piézoélectrique.....</b>	<b>61</b>
<b>Figure 55:implication de la piézochirurgie dans la résection apicale.....</b>	<b>63</b>

<b>Figure 56 (G) L'insert de piézochirurgie OTS7-4(Mectron) (H) Le kit rétrochirurgical Piezosurgery. ....</b>	<b>64</b>
<b>Figure 57: (I) L'insert Piezosurgery EN1 (Mectron) (revêtement diamant) a été utilisé pour nettoyage du canal radiculaire. La partie coupante de la plaquette a une longueur de 3 mm ....</b>	<b>65</b>
<b>Figure 58: Site donneur dans la région molaire mandibulaire : insert d'ostéoplastie 1.....</b>	<b>66</b>
<b>Figure 59: Les copeaux d'os sont récoltés en plaçant l'irrigation au niveau le plus bas et en maintenant l'aspiration dans la direction opposée à la collecte.....</b>	<b>66</b>
<b>Figure 60 : Les copeaux osseux sont recueillis dans un récipient et sont ensuite mélangés à de l'hydroxyapatite bovine. ....</b>	<b>66</b>
<b>Figure 61: Le composite de greffe a un volume de 2,5 cc. ....</b>	<b>66</b>
<b>Figure 62: La membrane résorbable protège la membrane sinusienne de la rugosité de l'hydroxyapatite bovine. ....</b>	<b>66</b>
<b>Figure 63: La fenêtre osseuse est recouverte d'une membrane de collagène. ....</b>	<b>66</b>
<b>Figure 64: La procédure chirurgicale de prélèvement .....</b>	<b>68</b>
<b>Figure 65: Prélèvement symphysaire à l'aide d'inserts piézoélectrique de l'ostéotomie 7 (OT7)</b>	<b>69</b>
<b>Figure 66: prélèvement d'une exostose dans la zone mandibulaire droite. ....</b>	<b>70</b>
<b>Figure 67: Haricot, tambour et plateau de consultation .....</b>	<b>75</b>
<b>Figure 68: Gant chirurgicaux .....</b>	<b>75</b>
<b>Figure 69: Masque KN95 .....</b>	<b>75</b>
<b>Figure 70: Champ opératoire .....</b>	<b>75</b>
<b>Figure 71: Friljet.....</b>	<b>75</b>
<b>Figure 72: Ecarteur dentaire .....</b>	<b>75</b>
<b>Figure 73:Radiographie rétro alvéolaire .....</b>	<b>75</b>
<b>Figure 74:Cliché rétro alvéolaire auto développement.....</b>	<b>75</b>
<b>Figure 75: (aiguille/carpules) d'anesthésie, seringue métallique .....</b>	<b>76</b>
<b>Figure 76: Plateau de travail qui contient : Précelle-miroir –sonde – spatule-excavateur .....</b>	<b>76</b>
<b>Figure 77: Plateau chirurgical contenant de gauche à droite : Sonde parodontale, Précelle cran-caplan, manche de bistouri portant une lame N°15, décolleur de Prichard, décolleur de Molt, écarteur, curette chirurgicale, curette deMolt, curette parodontale.....</b>	<b>76</b>
<b>Figure 78: Fraises pour ostéotomies et résection apicale (de gauche à droite : une fraise Zekrya chirurgicale, fraise boule, 02 fraises de Lindemann).....</b>	<b>77</b>
<b>Figure 79: Contre.....</b>	<b>77</b>
<b>Figure 80: système.....</b>	<b>77</b>
<b>Figure 81: seringue .....</b>	<b>77</b>
<b>Figure 82: Pièce à main piézoélectrique</b>	<b>Figure 83: Inserts piézoélectriques .....</b>
<b>Figure 84: Inserts ultrasoniques, pièce à main ultrasonique. ....</b>	<b>78</b>

<b>Figure 85: Plateau d'obturation à rétro qui contient (de gauche à droite : Condensateurs, Mini-miroir, Mini-spatule, Mini-Fouloir, Mini-Brunissoir et Spatule à bouche).....</b>	<b>79</b>
<b>Figure 86: Plaque de verre et spatule de malaxage.....</b>	<b>79</b>
<b>Figure 87: Biocéramique (Rootdent).....</b>	<b>79</b>
<b>Figure 88: Pince porte aiguille, ciseau coupe fil.....</b>	<b>80</b>
<b>Figure 89: Fil de suture N°05.....</b>	<b>80</b>
<b>Figure 90 : de (a) à (t) Les différentes étapes suivies durant la chirurgie endodontique chez le patient B.S âgé de 41 ans.....</b>	<b>89</b>
<b>Figure 91: de (a) à (f) Les différentes étapes suivies durant la chirurgie endodontique chez le patient B.S âgé de 41 ans.....</b>	<b>91</b>
<b>Figure 92: Répartition de la population traitée selon de l'âge.....</b>	<b>92</b>
<b>Figure 93: Répartition des patients selon le sexe.....</b>	<b>92</b>
<b>Figure 94: répartition des patients selon le motif de consultation.....</b>	<b>93</b>
<b>Figure 95: Répartition des patients selon l'indication de la chirurgie endodontique.....</b>	<b>94</b>
<b>Figure 96: Répartition des dents réséquées selon la situation anatomique maxillaire ou mandibulaire.....</b>	<b>94</b>
<b>Figure 97: Répartition des dents réséquées selon la localisation sur l'arcade.....</b>	<b>95</b>
<b>Figure 98 : Répartition des patients selon la présence ou non d'une LIPOE.....</b>	<b>95</b>
<b>Figure 99: Répartition des dents reséquées selon l'indice péri apicale d'Osrtavik en pré opératoire.....</b>	<b>96</b>
<b>Figure 100 : Répartition des patients en fonction du lambeau utilisé au cours de la chirurgie... </b>	<b>97</b>
<b>Figure 101: Répartition des patients bénéficient ou non de la biocéramique pour obturation rétrograde.....</b>	<b>97</b>
<b>Figure 102: Répartition des patients bénéficient ou non de la piézochirurgie.....</b>	<b>98</b>
<b>Figure 103: Répartitions des résultats en fonction des signes cliniques et symptomatologie après la chirurgie endodontique.....</b>	<b>99</b>
<b>Figure 104: Répartitions des résultats en fonction de la cicatrisation muqueuse post-chirurgicale.....</b>	<b>99</b>
<b>Figure 105: Répartition des résultats en fonction de présence ou d'absence des signes de surinfection (écoulement de pus, fièvre, fatigue) selon les groupes de patients.....</b>	<b>100</b>
<b>Figure 106: Répartition des résultats de cicatrisation muqueuse en fonction de la durée.....</b>	<b>101</b>
<b>Figure 107: Répartition des résultats de cicatrisation muqueuse en fonction de lambeau utilisé selon l'indice de Landrey HI.....</b>	<b>102</b>
<b>Figure 108: Répartition des résultats de cicatrisation muqueuse selon les groupes de patients</b>	<b>103</b>
<b>Figure 109: Répartition des résultats de présence ou d'absence de récession gingivale en fonction de lambeau utilisé.....</b>	<b>104</b>

<b>Figure 110: Répartition des résultats de présence ou d'absence de récession gingivale selon les groupes de patients .....</b>	<b>105</b>
<b>Figure 111: Répartition des résultats d'apparition ou non de mobilité dentaire.....</b>	<b>105</b>
<b>Figure 112: Répartition des résultats d'apparition ou non de mobilité dentaire (selon l'indice ARPA de mobilité) selon les groupes de patients .....</b>	<b>106</b>
<b>Figure 113: Répartition des résultats selon la cicatrisation osseuse et ligamentaire visible à la radiographie .....</b>	<b>106</b>
<b>Figure 114: Répartition des résultats de cicatrisation osseuse et ligamentaire visible à la radiographie en fonction des groupes de patients.....</b>	<b>107</b>
<b>Figure 115: Répartition des résultats de cicatrisation osseuse et ligamentaire visible à la radiographie en fonction du lambeau utilisé .....</b>	<b>108</b>
<b>Figure 116: Répartition des résultats de cicatrisation osseuse et ligamentaire visible à la radiographie en fonction de la durée.....</b>	<b>111</b>
<b>Figure 117: Répartition des résultats de cicatrisation osseuse et ligamentaire visible à la radiographie présentant une LIPOE en fonction d'indice d'OSTRAVIK.....</b>	<b>112</b>
<b>Figure 118: Répartition des résultats de succès ou d'échec de chirurgie endodontique en fonction des groupes de patients .....</b>	<b>113</b>

## LISTE DES ABREVIATIONS

**AINS : Anti Inflammatoire Non Stéroïdiens**

**ALT : Acide Lipoteichoïque**

**AVK : Anti Vitamines K**

**BC : Biocéramique**

**BMP : Bone Morphogenetic Protein**

**BS1 : Bone Surgery N°1**

**BS2L : Bone Surgery N°2 Lateral**

**BS4 : Bone Surgery N°4**

**BS5 : Bone Surgery N°5**

**BS6 : Bone Surgery N°6**

**CBCT: Cône Beam Computed Tomography**

**CP: Comprimé**

**CVD : Dépôt Chimique en phase Vapeur**

**ELISA: Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay**

**EN1 : Insert piézoélectrique endodontique 1**

**HAS : Haute Autorité De Santé**

**HbA1c : Hémoglobine Glyquée**

**IL-1 : Interleukine 1**

**INR : Ratio International Normalisé**

**IRM : Intermedial Restauration Material**

**JCD : Jonction Cémento-Dentinaire**

**LED : Light Emitting Diode**

**LPS : Lipopolysaccharide**

**LY : Lymphocyte**

**M : Macrophage**

**MTA : MINERAL TRIOXIDE AGGREGATE**

**NFS : Numération Formule Sanguine**

**ORN : Ostéoradionécrose**

**OT7 : Ostéotomie 7**

**OT8 L : Ostéotomie 8 Left**

**OT8 R : Ostéotomie 8 Right**

**OTS7-4 : Ostéotomie 7 Spécial 4**

**PA : Parodontite Apicale**

**PAA : Parodontite Apicale Aigue**

**PAAa : Parodontite Apicale Aigue Primaire Abcédée**

**PAAp : Parodontite Apicale Aigue Primaire**

**PAA s : Parodontite Apicale Aigue Secondaire**

**PAC : Parodontite Apicale Chronique**

**PACf : Parodontite Apicale Chronique avec Fistule**

**PACg : Parodontite Apicale Chronique Granulomateuse**

**PACk : Parodontite Apicale Chronique Kystique**

**PACo : Parodontite Apicale Chronique avec Ostéite condensante**

**PAS : Parodontite Apicale Symptomatique**

**PBI : Papilla Base Incision**

**PMN : Polymorphonucléaire**

**PTFE : Poly Tétra Fluoro Ethylène**

**RRM : Racine Endosequence Repair Material**

**SL1 : Sinus Lift N°1**

**SL2 : Sinus Lift N°2**

**SL3 : Sinus Lift N°3**

**SL4 : Sinus Lift N°4**

**SL5 : Sinus Lift N°5**

**TCA : Temps De Céphaline Activé**

**TCA : Temps de Céphaline Activé**

**TGF-β2 : Facteur De Croissance Transformant Bêta 2**

**TP : Taux De Prothrombine**

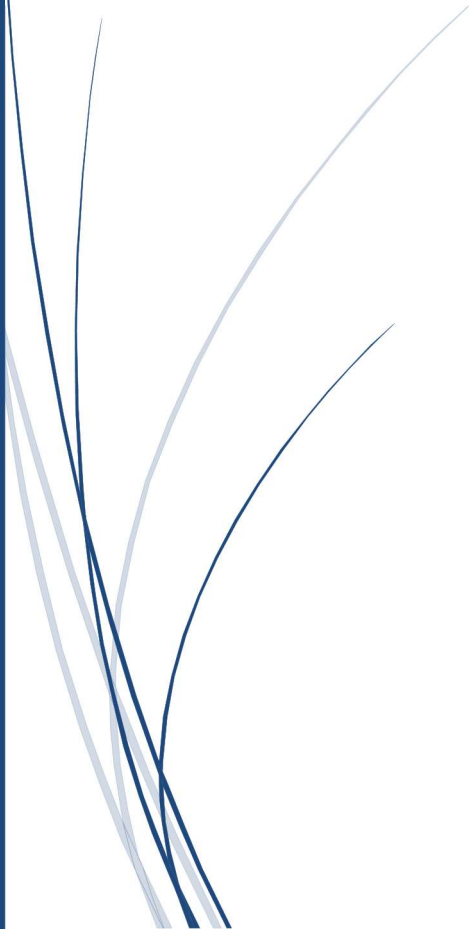
**TP : Taux de Prothrombine**

**TQ : Temps de Quick**

**VIH : Virus De L'immunodéficience Humain**



# INTRODUCTION





### *INTRODUCTION*

La chirurgie endodontique est de nos jours considérée comme une thérapeutique fiable permettant de sauver une dent qui est autrement intraitable. Ainsi, elle est perçue comme le recours auquel nous nous penchons afin de maintenir une dent affectée par une lésion péri-apicale qui n'a pas pu être traitée par les moyens de l'endodontie conventionnelle, à savoir le traitement et le retraitement endodontique orthograde.

L'endodontie chirurgicale a une longue histoire qui s'étend sur plusieurs siècles, La première procédure chirurgicale endodontique enregistrée est liée à la reimplantation d'une dent au 11ème siècle par Abu al-Qasim al-Zahrawi (Albucasis) <sup>(1)</sup>.

Les années 1880 ont vu l'introduction d'approches pour réséquer une racine avec l'intention d'éliminer les portions nécrosées de l'apex, ainsi que du curetage apical pour enlever les tissus périapicaux malades mais sans s'attaquer aux sources d'infection à l'intérieur du système canalaire. Dans les années 1890, Partsch a publié plusieurs rapports sur la résection radiculaire, ce qui a conduit à une acceptation plus large en Europe. Une grande variété de techniques chirurgicales a été suggérée et mise en œuvre pour rendre la procédure plus sûre pour le patient, plus facile à réaliser et plus prévisible <sup>(2)</sup>.

L'approche standard pendant de nombreuses années comprenait l'accès et la résection radiculaire avec des fraises chirurgicales et l'utilisation d'amalgame comme matériau d'obturation radiculaire. Avec les améliorations apportées au nettoyage chimique et mécanique, tant pour traitement initial du canal radiculaire ainsi que pour le retraitement non chirurgical, l'utilité de la chirurgie endodontique a été remise en question, certaines études cliniques ayant démontré des résultats extrêmement faibles de l'endodontie chirurgicale due à l'incapacité à traiter les problèmes biologiques à l'origine de la parodontite apicale. Pour la majorité la raison principale de l'échec des traitements endodontiques chirurgicaux et non chirurgicaux est la présence continue d'une infection intra- et/ou ou extraradiculaire.

La chirurgie endodontique moderne a évolué vers la microchirurgie endodontique. Le microscope chirurgical permet un fort grossissement et un éclairage direct. Ce qui réduit le besoin de biseautage de la racine réséquée et réduit le nombre de tubules dentinaires exposés. Les instruments à ultrasons pour la préparation de la cavité radiculaire dans l'axe limitent les dommages et permettent un meilleur nettoyage, et l'utilisation de matériaux d'obturation à base

de biocéramiques, biocompatibles et stables favorisant une cicatrisation et une régénération tissulaire optimale <sup>(2)</sup>.

Rajouté à cette panoplie d'instrumentation moderne, La chirurgie piézoélectrique, bien connue avant en chirurgie orale et maxillo-faciale comme dans d'autres disciplines ; plus tard elle voit son utilisation en chirurgie endodontique. L'effet piézoélectrique a été découvert en 1880, par les physiciens Pierre et Marie Curie, en collaboration avec Gabriel Lippmann. L'utilisation d'un tel bistouri ultrasonore a été décrit dès 1981, en particulier par Horton et al. et fut récemment perfectionnée et adaptée par Vercellotti. En 1998, Vercellotti invente le premier appareil ayant la capacité de produire des micro-vibrations à ultrasons de type piézoélectrique avec une puissance adaptée à la chirurgie osseuse <sup>(3)</sup>.

Les dispositifs de piézochirurgie (chirurgie osseuse piézoélectrique) ont été développés pour couper l'os de manière atraumatique à l'aide de vibrations ultrasoniques et pour offrir une alternative aux instruments mécaniques et électriques utilisés en chirurgie orale conventionnelle <sup>(4)</sup>.

Les principales caractéristiques des instruments de piézochirurgie sont leur capacité de couper sélectivement l'os sans endommager les tissus mous adjacents et fournir un champ opératoire clair. Bien que les instruments de piézochirurgie puissent être utilisés dans la plupart des étapes de la chirurgie endodontique (ostéotomie, résection radiculaire et préparation radiculaire), un seul moteur est nécessaire pour l'ensemble de la procédure <sup>(4)</sup>.

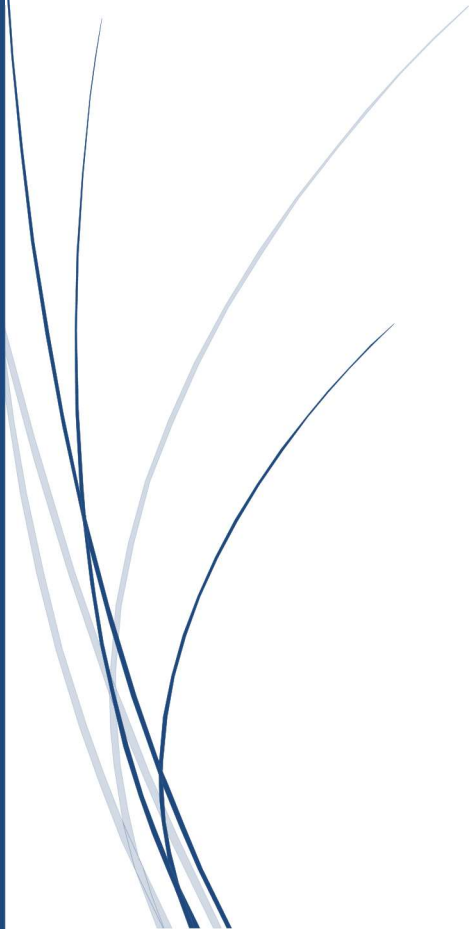
Depuis l'année 2018, le service d'Odontologie conservatrice-endodontie du centre hospitalo-universitaire de Tlemcen a connu l'initiation de la chirurgie endodontique en comparant dans une étude trois matériaux d'obturation à rétro (**Intérêts des matériaux d'obturation à rétro utilisés en chirurgie endodontique : évaluation clinique de trois matériaux d'obturation rétrograde : BIOCERAMIQUE, MTA® et IRM®**). Puis En 2019 une autre étude qui renforce la cicatrisation et la régénération osseuse par l'usage de la Fibrine Riche en Plaquettes (**Synergie de la Fibrine Riche en Plaquettes (PRF) et les Matériaux Biocéramiques dans la Régénération Osseuse et la Cicatrisation des LIPOE après Chirurgie Endodontique**); en 2020 le service de pathologie et chirurgie buccale du centre hospitalo-universitaire de Tlemcen prend le relai de la chirurgie endodontique et publie une étude (**Intérêt de la fibrine riche en plaquettes (PRF) dans la prescription médicamenteuse après chirurgie endodontique en association avec les matériaux biocéramiques**).

Toutes ces études utilisent une seule technique d'ostéotomie conventionnelle à l'aide d'une fraise montée sur contre angle, cette technique trouve des limites à savoir une perte tissulaire importante, un réchauffement du site opératoire qui peut compromettre la cicatrisation osseuse ultérieure et surtout un risque d'endommager les structures anatomiques avoisinant à savoir le nerf dentaire et la muqueuse sinusienne ;la piézochirurgie trouve son indication face à ces limites en offrant une découpe osseuse de grande précision et de manière quasi atraumatique et surtout de respecter les structures anatomiques voisinant.

Pour cela, nous avons décidé de mener une étude qui a pour objectif principal : **Implication de la piézochirurgie dans la pratique de la chirurgie endodontique moderne.**



*CHAPITRE I*  
*REVUE DE LA*  
*LITTERATURE*



## 1. GENERALITES :

### 1.1 ANATOMIE, HISTOLOGIE DE LA ZONE PERI APICALE :

#### 1.1.1 L'apex radiculaire :

L'apex anatomique est la pointe ou l'extrémité de la racine tel que déterminé morphologiquement <sup>(5)</sup>. Le foramen apical est une ouverture au niveau ou près de l'apex d'une racine par laquelle les nerfs et les vaisseaux sanguins de la pulpe entrent ou sortent de la cavité pulpaire <sup>(6)</sup>. Selon le type de dents, le foramen apical peut coïncider avec l'apex anatomique dans un pourcentage de fréquence allant de 6,7% à 46% des cas. Son diamètre a été décrit entre 0,21 et 0,39 mm <sup>(5)</sup>.

La partie apicale du système canalaire est caractérisée par une anatomie très complexe et variable <sup>(7)</sup>. La partie apicale du canal radiculaire ayant le diamètre le plus étroit a été appelée «constriction apicale» (petit foramen) <sup>(5)</sup>.

La topographie de la constriction apicale n'est pas constante, lorsqu'elle est présente, est généralement située à 0,5 à 1,5 mm du centre du foramen apical <sup>(5)</sup>.

La jonction cémento-dentinaire (JCD) est le point où la surface cimentaire se termine à l'apex de la dent ou près de celui-ci et rencontre la dentine. C'est le point de référence souvent utilisé comme terminaison apicale des procédures d'instrumentation et d'obturation des canaux <sup>(5)</sup>. Une autre variation pertinente du canal radiculaire au niveau ou près de l'apex est un réseau complexe de ramifications, également appelée ramification apicale du delta apical, qui est définie comme une morphologie dans laquelle le canal principal se divise en plusieurs canaux accessoires <sup>(5)</sup>.



**Figure 1: Schéma de la région apicale d'après Kuttler**

Source : Pérard M, Le Goff A, Hingant B, Le Clerc J, Perez F, Vulcain J-M, et al. *Choix de La Limite Apicale Et de La Longueur de Travail*. EMC. 2010 ; *Odontologie (23-050-A-03)*.

## **1.1.2 LE PARODONTE :**

### **1.1.2.1 Le ciment :**

Le ciment peut être défini comme un tissu conjonctif minéralisé et avasculaire qui recouvre la dentine radiculaire <sup>(6)</sup>.

Il existe deux principaux types de ciment radiculaire : Acellulaire (Primaire) et Cellulaire (secondaire)<sup>(6)</sup>.

Le ciment sert d'ancrage aux fibres de Sharpey provenant du ligament parodontal. Ce tissu est en perpétuel remodelage par des phénomènes d'apposition et de résorption cémentaire <sup>(8)</sup>.

### **1.1.2.2 Le ligament parodontal (desmodonte) :**

Le ligament desmodontal se définit comme étant la structure conjonctive spécialisée, située entre le ciment recouvrant la racine et l'os alvéolaire, reliant ainsi les dents aux maxillaires par les fibres de Sharpey qui sont insérées dans le ciment d'une part, et dans l'os alvéolaire d'autre part <sup>(8)</sup>. Le ligament parodontal abrite les fibres, les cellules et d'autres éléments structuraux comme les vaisseaux sanguins et les nerfs <sup>(6)</sup>.

### **1.1.2.3 L'os alvéolaire (procès alvéolaire ou os parodontal) :**

L'os alvéolaire ou procès alvéolaire est un tissu conjonctif spécialisé <sup>(6)</sup>, qui représente une composante importante du complexe d'ancrage péri radiculaire <sup>(8)</sup>. Il est composé sur le plan anatomique de deux corticales (externe et interne), constituées d'un os compact entourant un os spongieux <sup>(8)</sup>.

Ces corticales, ont une épaisseur variable. Elles sont plus minces au niveau maxillaire que dans la mandibule, et dans la région antérieure que postérieure <sup>(8)</sup>.

La paroi osseuse qui limite l'alvéole et entoure la racine dentaire est appelée lamina dura, c'est une lame mince de 100 à 200 µm d'épaisseur. Elle présente une structure originale car elle donne insertion aux fibres de Sharpey du ligament parodontal <sup>(8)</sup>.

Les cellules propres de l'os sont les ostéoblastes, les ostéocytes et les ostéoclastes <sup>(8)</sup>.

## **1.2 PATHOLOGIE DE LA ZONE PERI-APICALE :**

### **1.2.1 Définition Des Lésions Péri-Apicales :**

La parodontite apicale est une lésion inflammatoire dans les tissus parodontaux qui est principalement causée par des éléments bactériens provenant du système canalaire dentaire infecté. Dans les dents nécrosées non traitées, la parodontite apicale représente une réponse de défense à une infection primaire. Elle peut également se développer à cause d'une infection

secondaire consécutive à un traitement endodontique déjà entamé, ou entièrement achevé, la parodontite apicale survenant après un traitement de ce type est le plus souvent causée soit par un échec du contrôle de l'infection primaire du canal radiculaire, soit par une infection ou réinfection du système canalaire dû à une obturation inadéquate et/ou un manque d'étanchéité coronaire <sup>(9)</sup>.

### **1.2.2 Pathogenèse des lésions péri-apicales :**

#### **1.2.2.1 Facteurs De Virulence :**

Les antigènes bactériens et des composants structuraux (modulines) : notamment le lipopolysaccharide (LPS ou l'endotoxine) des bactéries Gram négatif, le peptidoglycane, les acides lipoteichoïques, les fimbriae, les flagelles, les protéines de la membrane externe et les exopolysaccharides provoquent la stimulation et l'activation des réponses immunitaires de l'hôte <sup>(2)</sup>.

Il a été suggéré que le LPS joue un rôle important dans les dommages tissulaires associés aux abcès et représente un médiateur de la résorption osseuse qui agit via l'activation de la voie de l'acide arachidonique, la production de cytokines, et l'activation du complément <sup>(10)</sup>.

L'acide lipoteichoïque (ALT) est un composant majeur des bactéries Gram positif. Compte tenu de ses effets biologiques, l'ALT peut être considéré comme l'homologue du LPS. L'ALT stimule la libération de cytokines pro-inflammatoires par les macrophages/monocytes et active le système du complément <sup>(2)</sup>.

Les produits sécrétés par les bactéries : notamment des enzymes (protéases peptidases, hyaluronidase, etc.), des exotoxines et des métabolites (butyrate, propionate, ammonium, polyamines, indole, composés volatils sulfurés, etc.). Les bactéries exercent leur pathogénicité par ces derniers en détruisant les tissus de l'hôte par des mécanismes directs et/ou indirects <sup>(2)</sup>.

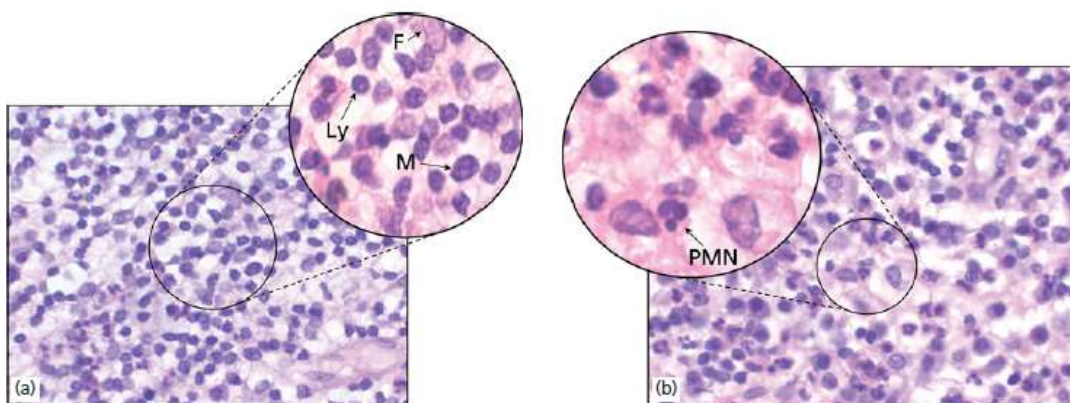
#### **1.2.2.2 Facteurs De Défense :**

Les cellules dendritiques matures régulent les réponses immunitaires spécifiques qui se produisent pendant les phases initiales de la parodontite apicale. La phase d'activation comprend le clonage dans les ganglions lymphatiques régionaux de lymphocytes (cellules T) spécifiques de l'antigène, qui apparaissent rapidement et dominent le site de la lésion. Au cours de la phase active précoce, les lymphocytes T auxiliaires (CD4+) prédominent sur les lymphocytes T cytotoxiques (CD8+), alors que la situation s'inverse dans la phase chronique plus établie <sup>(9)</sup>.

L'élimination des micro-organismes dans les lésions périapicales est assurée par les leucocytes polymorphonucléaires PMN qui sont les premières cellules à migrer vers le site de l'inflammation, elles apparaissent pendant les phases aiguës de celle-ci (Le recrutement local des PMN à partir des capillaires dépend de l'interleukine 1 (IL-1) dérivée des macrophages activés)<sup>(9)</sup>. Lorsque les micro-organismes sont suffisamment virulents, ils submergent le mécanisme de défense, et une lésion périradiculaire en résulte <sup>(11)</sup>.

Les immunoglobulines spécifiques dont les cinq principales classes sont les IgM, IgG, IgA, IgD et IgE, sont impliquées dans la Neutralisation des toxines bactériennes par les antitoxines, La lyse des bactéries par l'activation du complément <sup>(11)</sup>.

Les fibres de collagène sont déposées par les fibroblastes, pour former un tissu fibreux de défense autour de la zone d'irritation sur lequel les ostéoblastes construisent un nouvel os. Délimitent la zone par un mur d'os sclérosé <sup>(11)</sup>.



**Figure 2: Cellules des granulomes périapicaux**

**(a): Les lymphocytes (Ly), les macrophages (M) et les fibroblastes du tissu conjonctif (F) sont les trois principales cellules du granulome périapical. (b): les leucocytes polymorphonucléaires (PMN), recrutés récemment et détruits dans quelques jours, et non-résidents du granulome.**

*Source: textbook of endodontology third edition 2018*



### 1.2.3 Terminologie Et Classification :

Tableau 1: classification histologique des lésions periapicales <sup>(1)</sup>.

Lésion péri-apicale	Caractéristiques histologiques	Types
<b>Un granulome Apical</b>	Est caractérisé par une inflammation chronique, consiste en des éléments de tissu de granulation infiltrés Par des cellules de défense immunitaire tel que : lymphocytes, les plasmocytes, les macrophages et les mastocytes qui sont observées en nombre et en répartition variables au sein de ces tissus.	Granulome épithélialisé  granulome non épithélialisé
<b>Un kyste Péri apical</b>	une entité pathologique de nature inflammatoire qui naît de la prolifération des restes épithéliaux (résidus de la gaine épithéliale de Hertwig)	<b>Kyste vrai</b> : la paroi épithéliale est sans communication avec le canal radiculaire. <b>kyste en poche</b> : la paroi épithéliale est en communication avec le canal radiculaire
<b>Un abcès apical</b>	L'abcès est une accumulation de pus dans une cavité formée par la liquéfaction des tissus. histologiquement par la présence d'une réponse inflammatoire intense autour des zones de nécrose tissulaire,	Abcès épithélialisé  Abcès non épithélialisé

SOURCE : Ingle's ENDODONTICS 7 2019.

1.2.3.1 Classification Clinique Des Parodontites Apicales :

Tableau 2: classification clinique des lésions périapicales simplifiée par torabinejad et Shabahang en 2014 en six groupes principaux (10-12).

Terme	Définition	Symptômes cliniques
<b>Tissu périapical normal</b>	Dans cet état clinique, il n'y a aucune preuve de pathologie apicale sur le plan clinique ou radiographique	Absence de sensibilité aux tests de palpation et de percussion. La lamina dura qui entoure la racine est intacte et l'espace ligamentaire est uniforme
<b>Parodontite périapicale symptomatique (aiguë)</b>	La première extension de l'inflammation pulpaire à l'intérieur des tissus péri-radiculaires	Un inconfort spontané modéré à sévère, complété par une douleur à la morsure, la percussion et à la palpation. Elle peut être associée ou non à une minuscule radiolarité apicale.
<b>Parodontite périapicale asymptomatique (chronique)</b>	L'inflammation et la destruction du parodonte apical d'origine pulpaire (nécrose pulpaire), habituellement est une séquelle de la PAS.	Pas de symptômes cliniques, une zone radioclaire apicale
<b>Abcès apical aiguë</b>	une lésion de liquéfaction localisée ou diffuse d'origine pulpaire(nécrose pulpaire) qui détruit les tissus péri radiculaires, accompagnée d'une inflammation sévère	L'apparition rapide d'une douleur spontanée, une sensibilité extrême de la dent à la pression et à la percussion, associé à une tuméfaction ou non parfois est Accompagné des manifestations systémiques d'un processus infectieux général
<b>Abcès apical chronique</b>	Lésion inflammatoire ancienne D'origine pulpaire qui s'est transformée en un abcès drainé dans la muqueuse ou à la surface de la peau par une fistule	Généralement asymptomatique grâce à l'existence du drainage par une voie sinusale.
<b>Ostéite condensant</b>	variante de parodontite apicale asymptomatique, se traduit par une augmentation de la densité de l'os trabéculaire à l'apex d'une dent en réponse à une irritation persistante	Selon la cause (pulpite ou nécrose pulpaire), peut être aussi bien asymptomatique qu'associée à une Douleur, sensibles ou non à la palpation et à la percussion. L'image radiographique présente un arrangement diffus et concentrique de la radio-opacité autour de l'apex.

SOURCE : Ingle's ENDODONTICS 7 2019.

1.2.3.2 Classification dynamique des auteurs :

Tableau 3: classification simplifiée classant les PA selon la nature aigue ou chronique de la lignée pathologique plus adaptée à l'exercice clinique <sup>(13)</sup>.

Classification dynamique des auteurs	abréviations	Classification de l'OMS	Dénomination courantes
Parodontites apicales Aigues	PAA	Périodontite apicale aigue	desmodontite
Parodontite apicale aigue primaire débutante puis installée	PAAp	Périodontite apicale aigue d'origine pulpaire	Desmodontite, desmodontite apicale, pulpodesmodontite..
Parodontite apicale aigue primaire abcédée	PAAa	Abcès périapical sans fistule	Abcès dentaire, abcès péri apical primaire...
Parodontite apicale secondaire	PAAs	Abcès périapical	Flambée apicale, abcès secondaire, abcès alvéolo-dentaire, abcès Phoenix
<b>Parodontites apicales chroniques</b>	PAC	Périodontite apicale chronique	Granulome et kyste
Parodontite apicale chronique granulomateuse	PACg	Granulome apical	Granulomes dentaires et épithéliogranulomes
Parodontite apicale chronique kystique : poche kystique (lumière en continuité avec le canal) kyste vrais (lumière close)	PACk	Kyste radriculaire, comprend : Kyste radriculaire apical et latéral, résiduel, paradental, inflammatoire (à l'exclusion des kystes latéraux liés au développement)	Kyste d'origine dentaire, kyste apical, kyste en baie,...
Parodontite apicale chronique avec fistule	PACf	Abcès péri apical avec fistule s'ouvrant dans le sinus maxillaire, dans la fosse nasale, dans la cavité buccale, fistule dermique	Granulome avec fistule, abcès dentaire avec fistule, abcès récurrent.
Parodontite apicale chronique avec : ostéite condensante Hypercémentose	PACo	Maladies de la pulpe et des tissus périapicaux, autres et sans précision	Ostéosclérose péri radriculaire Ostéomyélite sclérosante Hyperplasie cémentaire

Source : La dent normale et pathologique : De Boeck Supérieur ; 2001.

## 2. LA CHIRURGIE ENDODONTIQUE :

### 2.1 DEFINITION :

**Selon Mahmoud Torabinejad** « la chirurgie endodontique est un authentique traitement endodontique par réflexion d'un lambeau chirurgical »<sup>(5)</sup>.

**Selon Stéphane Simon** « la chirurgie endo permet de compléter un geste orthograde voire dans certains cas de s'y substituer, elle permet également de gérer des situations rendues complexes par différents facteurs iatrogéniques. »<sup>(14)</sup>.

**Selon Bertrand Khayat** « La chirurgie endodontique a longtemps consisté en un simple curetage de la lésion périapicale avec ou sans résection, aboutissant à de nombreux échecs thérapeutiques »<sup>(15)</sup>.

### 2.2 LES OBJECTIFS DE LA CHIRURGIE APICALES :

- Eliminer les bactéries et prévenir la contamination des tissus périradiculaires par leurs toxines.
- D'éviter les dommages aux niveaux des dents adjacentes et des structures anatomiques<sup>(5)</sup>.
- Réséquer l'apex afin d'éliminer les canaux secondaires et latéraux qui peuvent contenir de nombreux micro-organismes inaccessibles par voie orthograde<sup>(16)</sup>.
- De préserver une longueur de racine satisfaisante pour un rapport couronne/racine acceptable<sup>(16)</sup>.
- Obturer toutes les portes de sortie de la cavité pulpaire ainsi que tous les isthmes.
- Fournir un environnement propice à la régénération des tissus périradiculaires<sup>(5)</sup>.

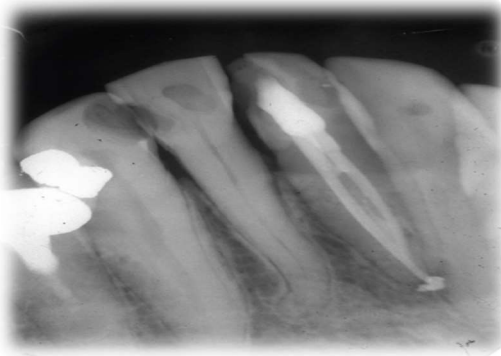
### 2.3 INDICATIONS :

#### 2.3.1 D'ordre anatomique :

Les difficultés anatomiques rencontrées lors d'un traitement endodontique sont nombreuses :

- Une racine en baïonnette qui ne pourra pas être instrumentée ni obturée correctement avec une technique habituelle.
- Des bifurcations canalaires très fréquentes sur les incisives mandibulaires : l'instrument va venir buter sur la bifurcation, et le traitement sera imparfait.

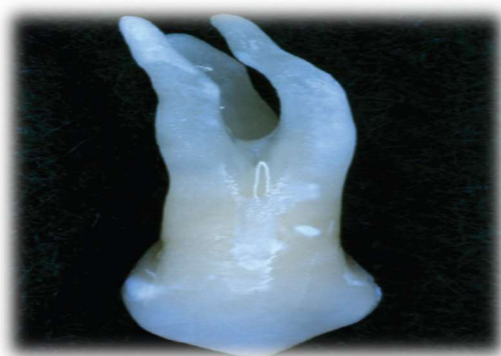
- Une multitude de canaux accessoires qui, non obturés, peuvent être à l'origine d'une lésion.
- La présence d'un Delta apical.
- Des courbures non négociables : pour des raisons propres à l'individu ou liées à un traumatisme, les racines dentaires peuvent souvent prendre des formes surprenantes<sup>(17)</sup>.
- Les oblitérations canalaire : calcifications du système canalaire et pulpolithes<sup>(18)</sup>.
- Résorption radiculaire externe et interne<sup>(2)</sup>.
- Présence de déhiscence ou fenestration osseuse.
- Apex extra – corticale.
- Dens in dente<sup>(18)</sup>.
- Dents immatures à apex largement ouvert<sup>(17)</sup>.



**Figure 3 : cliché Radiographique postopératoire présentant la 31 avec deux canaux et un sommet.**



**Figure 4 : Dens in dente**



**Figure 5: la 14 extraite avec trois racines très fines**



**Figure 6: la 47 (vue buccale) avec racine palatine double bifurquée**

Source : Ingle's ENDODONTICS 7 2019



**Figure 7: A - Cliché radiographique postopératoire présentant Une courbure extrême des racines de la 47**



**Figure 8: B- radiographie postopératoire de la 25 présentant une courbure en « S »**

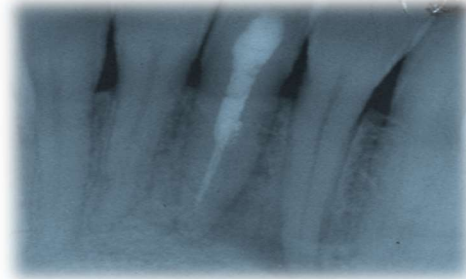
*Source: Endodontics Principles and Practice –Elsevier (2019) SIXTH EDITION*

### 2.3.2 D'ordre iatrogène :

- Les modifications iatrogènes de l'anatomie originale du canal, telles que les blocages, le rebord.
- La persistance des signes cliniques et radiologiques après traitement ou retraitement endodontique associé ou non à une antibiothérapie complémentaire.
- Perforation radiculaire : communication iatrogène entre le système canalaire et le parodonte.
- Obturation canalaire incomplète ou inadéquate.
- Instrument fracturé au niveau apical.
- Un dépassement de cône de gutta, des restes d'amalgame, de scellement endodontique (remplissage excessif des canaux) ou des pointes de papier engendre une réaction inflammatoire de défense et une réaction péri apicale.
- L'échec de l'apexogénèse ou apexification.
- Lésion apicale sous pilier d'une reconstruction prothétique <sup>(2)</sup>.



**Figure 9: Dépassement de matériaux d'obturation de la 22 avec racine accessoire.**



**Figure 10: Obturation canalaire incomplète de la 41.**

*Source : Ingle's ENDODONTICS 7 2019*

### 2.3.3 D'ordre pathologique :

- Lésion kystique : Les kystes en formes de poche auraient un pronostic plus favorable lors d'un traitement ou retraitement conventionnel, à l'inverse, un kyste vrai pourrait ne pas réagir favorablement au traitement ou retraitement endodontique conventionnel, l'infection canalaire n'étant pas en communication avec la poche kystique. Lorsqu'un retraitement endodontique bien mené et la lésion ne guérit pas, il existe une possibilité que la lésion soit un kyste vrai et que la chirurgie soit nécessaire <sup>(19)</sup>.
- Présence d'une flore résistante inaccessible par voie endodontique (Actinomyces Israeli, Propioni Bacterium) <sup>(20)</sup>.
- Infection extra radiculaire.
- Fracture horizontale de la racine si le segment apical subit une nécrose de la pulpe <sup>(21)</sup>.
- La nécessité de biopsie de la lésion pour établir un diagnostic positif <sup>(2)</sup>.

## 2.4 LES CONTRES INDICATIONS :

### 2.4.1 D'ORDRE GENERALE :

#### 2.4.1.1 D'ordre Médical Absolu :

- Patient À Haut Risque D'endocardite Infectieuse :
- Patient a risque majeur d'ostéoradionécrose et d'oséonécrose (ORN) : Les patients ayant subi une irradiation cervico-faciale, la diminution de la vascularisation de l'os après irradiation contre-indique l'intervention chirurgicale. Patient sous Biphosphonates : Les Biphosphonates provoquent L'ostéonécrose, une chirurgie endodontique requière un temps d'ostéotomie, alors que chez un malade sous biphosphonate le taux d'avoir une ostéonécrose sera trop élevée en pratiquant la chirurgie endodontique <sup>(2)</sup>.
- Patient Présentant un Trouble Important du rythme cardiaque ou ayant subi un Infarctus Du Myocarde Inferieur à un an.
- Leucémies : Peuvent être aiguës ou chroniques les risques majeurs sont liés à l'hémostase et à la coagulation avec risque infectieux important <sup>(22)</sup>.

#### 2.4.1.2 D'ordre Médicale Relative :

- Diabète non équilibré : Hémoglobine glyquée supérieure à 7% d'après la HAS), on a une augmentation accrue du risque d'infection et un retard de cicatrisation. <sup>(20)</sup>.

- Anémies : Le risque infectieux, hémorragiques et les retards de cicatrisation sont à anticiper. Les risques sont élevés en cas d'anémie non diagnostiquée, d'un hématocrite inférieur à 30%, de thrombopénie et leucopénie associée <sup>(22)</sup>.
- Troubles de la coagulation et de l'hémostase : prendre des mesures rigoureuses d'hémostase locale (sutures, éponges hémostatiques, compression locale) <sup>(22)</sup>.
- Les traitements anticoagulants : sont représentés par les anti vitamines K (AVK) et l'héparine. L'arrêt des AVK n'est pas justifié et même déconseillé (le relais par l'héparine relève du milieu hospitalier et reste exceptionnel). Le risque hémorragique est évalué par l'INR (Si celui-ci est supérieur à 3, la chirurgie est formellement contre indiquée). Il est important de rentrer en contact avec le médecin traitant <sup>(22)</sup>.
- Les antiagrégants plaquettaires :(aspirine par exemple) ne contre-indiquent pas la chirurgie buccale, mais il faudra prodiguer une hémostase locale et les conseils postopératoires <sup>(22)</sup>.

### 2.4.2 D'ORDRE LOCAL :

sont liées à des conditions anatomiques, parodontales et financières et sont modulés en fonction de l'habileté et des compétences de l'opérateur <sup>(20)</sup>.

- Au niveau mandibulaire : La localisation du foramen mentonnier, La proximité des apex des secteurs postérieurs avec le canal mandibulaire du nerf dentaire Inférieur, La position linguale de certains apex rend impossible l'intervention (racine linguale des molaires mandibulaires).
- Au niveau maxillaire : Rester vigilant, en cas de proximité avec un plancher sinusien fin, par risque de provoquer une communication bucco-sinusienne lors d'intervention sur les secteurs postérieurs. Mais aujourd'hui, cela n'est plus un problème significatif grâce à la nouvelle instrumentation <sup>(20)</sup>.
- Le rapport racine/couronne clinique : doit être calculé et être supérieur à 1. Les racines trop courtes ne pourront être conservées car après résection la hauteur osseuse résiduelle sera insuffisante pour conserver la dent <sup>(23)</sup>.
- Un délabrement coronaire trop important dont la restauration prothétique sera inadéquate induira une perte d'étanchéité <sup>(24)</sup>.
- un mauvais état du parodonte, la non coopération du patient et mauvaise hygiène bucco-dentaire <sup>(24)</sup>.



## 2.5 PROTOCOLE OPERATOIRE DE LA MICROCHIRURGIE ENDODONTIQUE :

### 2.5.1 BILAN PREOPERATOIRE :

- **Anamnèse et prémédication :**

Il est essentiel de disposer d'informations anamnestiques générales et spécifiques complètes ; l'état de santé général et les antécédents médicaux du patient, y compris les éventuelles allergies et maladies systémiques, en particulier les affections hématologiques et cardiovasculaires <sup>(25)</sup>.

Si le patient prend des médicaments anticoagulants, des saignements gênants peuvent survenir pendant et après l'intervention chirurgicale, et les patients sont informés du risque accru de saignement et du développement d'une carte d'hématomes en postopératoire <sup>(25)</sup>.

Certains patients doivent recevoir des antibiotiques prophylactiques en raison de leur état de santé général. Par ailleurs, les patients traités par bisphosphonates ont récemment fait l'objet d'une attention particulière en raison du risque accru d'ostéonécrose lié aux traitements chirurgicaux. En cas de doute sur les risques de la chirurgie, le dentiste doit se mettre en rapport avec le médecin généraliste du patient. Pour minimiser la charge bactérienne dans la zone d'opération, il faut demander à tous les patients, et en particulier à ceux qui sont à risque de bactériémie, de se rincer avec une solution de Chlorhexidine avant l'opération (vérifier qu'ils ne sont pas allergiques), avec une désinfection supplémentaire à la Chlorhexidine de la peau autour de la bouche <sup>(1)</sup>.

- **Bilan préopératoire radiologique :**

L'étude des radiographies est une étape très importante dans la détermination des critères de décision d'une chirurgie apicale <sup>(17)</sup>.

En effet, la recherche précise des caractéristiques dentaires, parodontales et environnementales, va conditionner pour une grande part le choix de la chirurgie, son mode de réalisation et son pronostic <sup>(17, 26)</sup>.

Dans le cas de dents en proximité avec des structures anatomiques importantes, l'utilisation du scanner ou du (CBCT) est recommandée pour évaluer correctement l'espace disponible <sup>(26)</sup>.

- **Bilan préopératoire biologique :**

Les examens complémentaires sont un élément essentiel de l'évaluation préopératoire dont la finalité est de réduire les risques associés à un acte diagnostique ou thérapeutique <sup>(27)</sup>.

Ce bilan devra être réalisé suffisamment à l'avance par rapport à la date prévue de la chirurgie afin de permettre tout examen complémentaire qui serait nécessaire selon les résultats (27, 28).

- **Hémogramme ou numération formule sanguine (NFS) :**

L'hémogramme est une étude quantitative des éléments figurés du sang. En pratique courante, il comporte une numération globulaire, une formule leucocytaire (nombre des différents types de globules blancs) et une numération des plaquettes. Cet examen permet de dépister, explorer et assurer le suivi de la plupart des anomalies des lignées sanguines (29).

Le nombre de leucocytes joue un rôle fondamental dans la lutte contre l'infection et dans les processus de défense. La numération des plaquettes est intéressante afin de surveiller la coagulation et de dépister un risque hémorragique (30).

- **Bilan d'hémostase (TP – TCA – INR) :**

L'hémostase est l'ensemble des phénomènes physiologiques qui concourent à l'arrêt du saignement(29). Les examens d'hémostase sont prescrits afin d'identifier les sujets à risque hémorragique préopératoire et à l'inverse ceux qui ont un risque thrombo- embolique (28).

- **Le temps de Quick (TQ) ou taux de prothrombine (TP) :**

Le temps de Quick (TQ) explore la voie extrinsèque de la coagulation et peut être exprimé en secondes (TQ), en pourcentage (taux de prothrombine, ou TP) (28).

Les valeurs normales du TP vont de 70 à 100 %, correspondant généralement à un TQ compris entre 13 et 15 secondes. Quelle que soit l'intervention, il n'y a pas de risque hémorragique si le TP est supérieur à 60 % (28). Un TP inférieur à 40 % comporte un risque hémorragique (29).

- **L'INR :**

Il évalue également la voie extrinsèque de la coagulation chez les patients sous traitement par antivitamine K (AVK). Il est calculé à partir du temps de Quick (TQ). Cet examen donne une interprétation plus facile et plus fiable que le TQ. Un INR = 1 est l'équivalent d'un TQ à 100 %. Un INR > 2 (TP < 40 %) implique un risque hémorragique(29).

- **Le temps de céphaline activé (TCA) :**

Ce temps évalue la voie intrinsèque de la coagulation. Le TCA est normal quand il est inférieur à 1,2. La définition d'un TCA allongé est un ratio TCA patient/TCA témoin  $\geq 1,15-1,20$ (28). Il indique un risque hémorragique lorsque l'écart est plus de 10 s par rapport au témoin (29).

- **Glycémie :**

Normalement, elle est comprise entre 3,9 et 5,4 mmol/L (0,70 et 0,95 g/L) chez l'adulte. Le diabète est défini par un niveau de glucose plasmatique à jeun  $\geq 7$  mmol/L (1,26 g/L), vérifié à deux reprises. Il existe bien un risque accru de certaines maladies infectieuses chez la personne diabétique <sup>(31, 32)</sup>.

- **Hémoglobine glyquée (HbA1c) :**

C'est une fraction de l'hémoglobine qui stocke le glucose lorsque la glycémie s'élève et dont le taux est en fonction des chiffres glycémiques des 2 à 3 mois précédents. Cette mesure permet donc d'évaluer l'équilibre du diabète sur les 2 ou 3 derniers mois. Une HbA1c > 7 % indique un déséquilibre, léger entre 7-8 %, moyen entre 8-9 %, et sévère lorsque l'HbA1c est > 9 % <sup>(29)</sup>.

- **Sérologie VIH :**

Le test ELISA permet le dépistage d'anticorps VIH. En cas de positivité, ce test doit être confirmé par un test plus spécifique tel que l'analyse par la technique de Western- Blot <sup>(29)</sup>.

- **Sérologie hépatite B :**

Le diagnostic de l'hépatite B repose sur la détection en ELISA d'antigènes viraux ou de leur anticorps. On peut rechercher les anticorps anti-HBs, anti-HBc et anti-HBe <sup>(29)</sup>.

- **Sérologie hépatite C :**

Le diagnostic virologique de l'hépatite C repose sur la mise en évidence des anticorps anti-VHC par un test ELISA <sup>(29)</sup>.

### 2.5.2 PREPARATION DU PATIENT :

Le patient doit au préalable avoir été parfaitement préparé à la chirurgie endodontique qui peut être vécue avec beaucoup d'appréhension par rapport à un traitement conventionnel<sup>(33)</sup>. Lors de toute chirurgie buccale, il est très important que le patient ait une bonne hygiène bucco-dentaire. Les patients ayant une mauvaise hygiène bucco-dentaire sont des mauvais candidats pour les interventions de chirurgie endodontique et devront faire l'objet d'une motivation sérieuse <sup>(17)</sup>.

Le jour de l'intervention, le patient doit être calme et si nécessaire prémédiqué (Atarax 100 mg, 1CP 1h avant l'intervention). En effet, l'intervention peut être longue et il est souhaitable d'avoir un patient très calme et ne bougeant pas. Le patient effectue alors un bain de bouche à la Chlorhexidine et doit être préparé (casaque, blouse et sur chaussures).

Une fois installé, le patient est recouvert de champs stériles et son visage est passé à la Bétadine 10% à l'aide de compresses stériles prises à la pince. Toutes les surfaces du microscope, qui seront utilisées par l'opérateur, doivent être recouvertes de champs stériles. Les aspirations doivent être gainées (si présence de double aspiration à la mandibule), ainsi que les connexions des turbines et des ultrasons <sup>(33)</sup>.

### **2.5.3 ANESTHESIE :**

L'endodontie chirurgicale peut être réalisée sous anesthésie locale. L'anesthésie locale en profondeur peut généralement être obtenue en utilisant de l'articaine, de la lidocaïne ou de la prilocaïne <sup>(25)</sup>.

En plus d'une anesthésie profonde et de longue durée, une réduction du débit sanguin vers le site chirurgical est nécessaire, ce qui nécessite l'utilisation d'un anesthésique local contenant des vasoconstricteurs, dont le plus courant est l'épinéphrine <sup>(25)</sup>.

### **2.5.4 HEMOSTASE PRE CHIRURGICAL :**

Injecter deux carpules (maximum trois carpules dans des situations spéciales) d'épinéphrine à l'échelle de 1/50 000 contenant un anesthésique local, ex. : 2 % de xylocaïne, dans plusieurs sites d'infiltration buccale/linguale et palatale dans tout le champ opératoire <sup>(34)</sup>.

### **2.5.5 INCISION ET DESSIN DU LAMBEAU :**

Le choix d'un modèle de lambeau et d'une incision appropriée est essentiel pour permettre la visualisation du champ opératoire et la prise en charge efficace de la pathologie présente. De plus, une manipulation douce et le respect des structures anatomiques telles que le sinus maxillaire ou les nerfs alvéolaires inférieurs limitent les lésions tissulaires et les douleurs postopératoires et favorisent la cicatrisation des tissus mous <sup>(25)</sup>.

Dans certaines régions, des structures anatomiques critiques comme le foramen mentonnier ou palatin fixent les limites de la conception des lambeaux et des incisions <sup>(25)</sup>.

Dans la zone esthétique, il est également essentiel de minimiser le risque de cicatrices postopératoires et de récession des tissus mous <sup>(25)</sup>.

L'endodontie chirurgicale nécessite une exposition complète de la lésion péri-apicale et de l'extrémité de la racine concernée. Il est impératif d'étendre le lambeau pour s'assurer que ses bords reposeront sur de l'os sain afin d'éviter l'exposition de la cavité osseuse pendant la cicatrisation <sup>(25)</sup>.

La conception du lambeau chirurgical dépend de plusieurs facteurs :

- L'accès à la lésion périradiculaires et sa taille
- L'état parodontal des dents atteintes et des dents adjacentes
- La nature et l'étendue des restaurations coronaires
- Les structures anatomiques adjacentes <sup>(25)</sup>

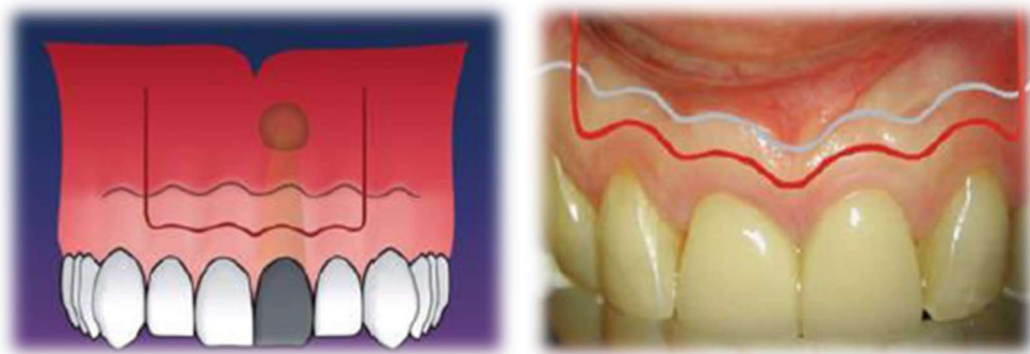
### 2.5.5.1 Les différents types du lambeau :

En endodontie chirurgicale, Il existe cinq principaux types de lambeaux.

#### A. Le lambeau submarginal rectangulaire :

Il est généralement indiqué lorsque des préoccupations esthétiques jouent un rôle primordial, C'est le lambeau le plus fréquemment utilisé en chirurgie endodontique des dents antérieures soutenues par une couronne <sup>(35, 36)</sup>.

Le lambeau rectangulaire est formé par une incision horizontale au niveau de la gencive attachée avec deux incisions verticales de dégagement <sup>(36)</sup>.

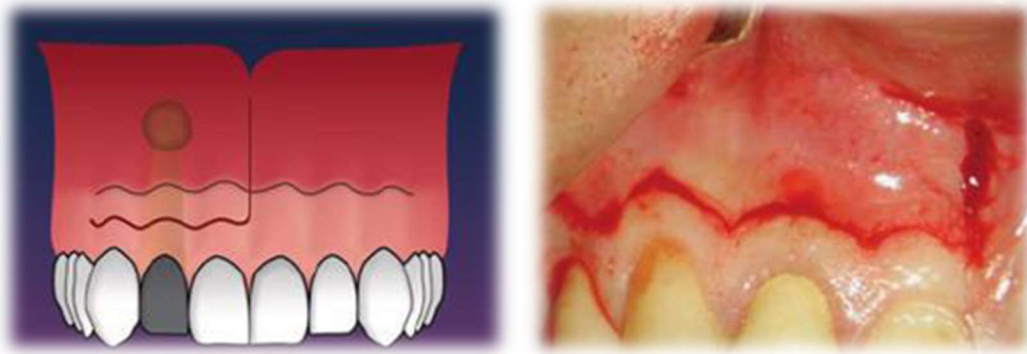


**Figure 11: Lambeau rectangulaire submarginal**

*Source: Microsurgery in Endodontics, Kim S, Kratchman 2018*

#### B. Le lambeau submarginal triangulaire :

Il est indiqué pour le traitement des dents antérieures couronnées avec racines courtes. Un lambeau triangulaire est utilisé lorsque la région apicale de la dent traitée peut être facilement atteinte en incisant avec une seule incision verticale <sup>(35, 36)</sup>.

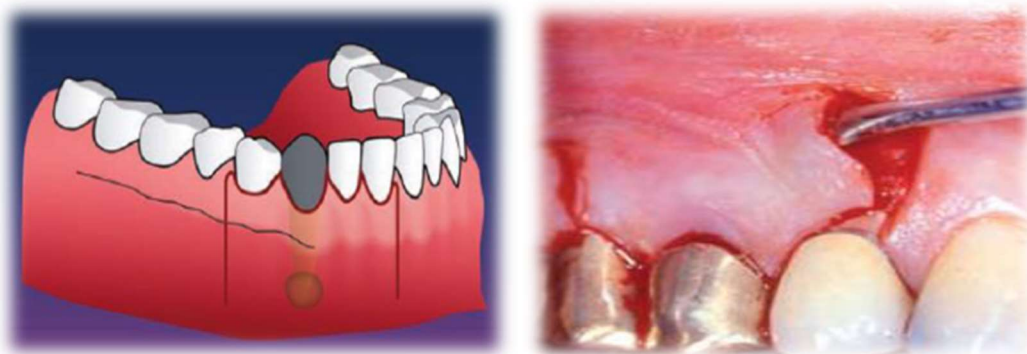


**Figure 12: Lambeau triangulaire submarginal**

*Source: Microsurgery in Endodontics, Kim S, Kratchman 2018*

**C. Le lambeau sulculaire rectangulaire :**

Il est réalisé par une incision intra-sulculaire horizontale et par deux incisions de décharge verticales situées à une ou deux dent(s) de la dent concernée. Ce type de lambeau est particulièrement indiqué pour des lésions de grandes étendues, des longues racines (p.ex. canines maxillaires) et pour le traitement des dents antérieures mandibulaires <sup>(37)</sup>.



**Figure 13: Lambeau sulculaire rectangulaire**

*Source: Microsurgery in Endodontics, Kim S, Kratchman 2018 and Current therapy in Endodontics 2016.*

**D. Le lambeau sulculaire triangulaire :**

Formé par une incision horizontale intra-sulculaire et une décharge verticale située généralement à une ou deux dent(s) en mésiale du site opératoire. Il est possible de faire une légère incision dans la gencive attachée en distal pour libérer un peu le lambeau et permettre une meilleure vision <sup>(38)</sup>.

Il est très souvent indiqué lorsque les dents ne sont pas recouvertes par des couronnes et est généralement utilisé dans la région postérieure <sup>(35, 36)</sup>. Lors du traitement des molaires mandibulaires et des prémolaires, l'incision verticale doit être placée une ou plusieurs dents



mésiales par rapport au foramen mental et selon la longueur et la direction des racines et des vaisseaux sanguins périostés.



**Figure 14: Lambeau sulculaire triangulaire.**

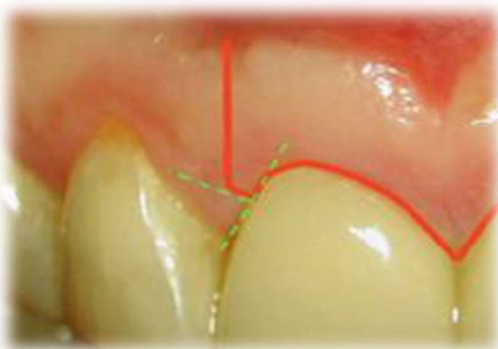
*Source: Microsurgery in Endodontics, Kim S, Kratchman 2018*

### **E. Papilla-base-incision (PBI) :**

Ce lambeau est constitué de deux incisions verticales de décollement, reliées par l'incision de la base papillaire et la section intrasulculaire de la région cervicale de la dent, et a été conçu pour empêcher la récession de la papille.

Bien que le lambeau de la base de la papille donne des résultats prévisibles en matière de guérison, cette technique nécessite un chirurgien qualifié. La manipulation atraumatique des tissus mous est de la plus haute importance afin d'obtenir une cicatrisation rapide par intention primaire <sup>(35)</sup>.

Il est essentiel de bien prendre en charge les papilles lorsqu'elles sont incluses dans l'incision. Dans le cas d'un lambeau sulculaire, l'incision verticale doit rejoindre l'incision horizontale latérale à la papille à un angle de 90 degrés <sup>(36)</sup>.



**Figure 15: L'angulation de 90° entre l'incision intrasulculaire et l'incision de la base de papille**



**Figure 16: Lambeau papilla base incision(PBI)**

*Source : Textbook of endodontology 2018*

### 2.5.5.2 Technique et instrumentation :

Pour obtenir un contour de lambeau approprié, toute incision doit être réalisée en coupant entièrement la gencive, la muqueuse et le périoste attachés vers l'os. L'idéal est d'y parvenir en un seul coup <sup>(36)</sup>.

Les deux premiers millimètres de la lame fournissent l'action de coupe réelle et ont un contact direct avec l'os.

- Les incisions sulculaires et verticales sont généralement pratiquées avec une lame Bard-Parker 15C <sup>(36)</sup>.
- Les incisions submarginales et les incisions au niveau du col de la papille sont réalisées à l'aide d'une lame Bard-Parker 15C ou d'une microlame BB369, en fonction de la largeur et de la taille de la papille.
- La microlame présente l'avantage de limiter les traumatismes, en particulier en présence de tissus minces ou faiblement kératinisés, ce qui est particulièrement fréquent dans un biotype parodontal fine <sup>(36)</sup>.
- L'utilisation d'une micro-lame en combinaison avec un repositionnement et une fermeture de plaie appropriés permet une cicatrisation sans cicatrice. C'est particulièrement important avec la chirurgie des dents antérieures ou lorsque l'esthétique joue un rôle primordial <sup>(36)</sup>.



**Figure 17: 15C Lame Bard-Parker**



**Figure 18: Micro-lame indiquée dans la zone esthétique ou en présence de tissus peu kératinisés**

*Source: Microsurgery in Endodontics, Kim S, Kratchman 2018*



### **1. L'élévation du lambeau (le décollement) :**

C'est le processus de séparation des tissus mous (gencive, muqueuse et périoste) de la surface de l'os alvéolaire. Ce processus doit commencer dans l'incision verticale, à quelques millimètres apicaux de la jonction des incisions horizontale et verticale<sup>(1)</sup>.

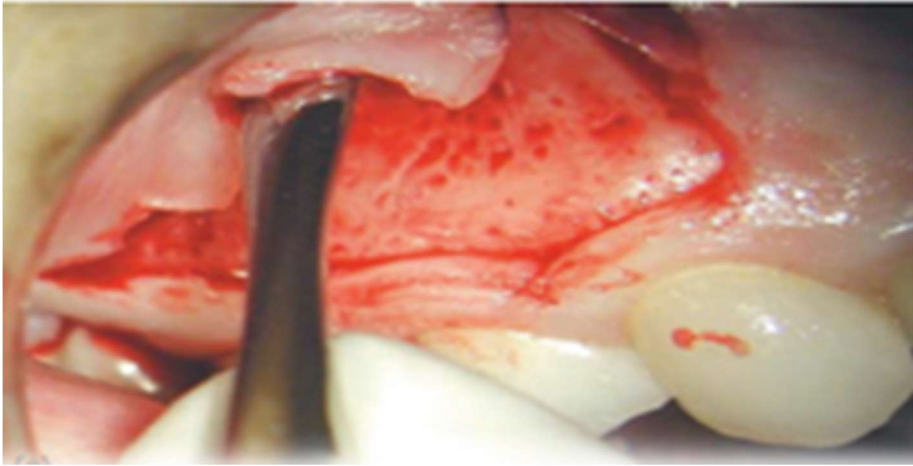
L'élévateur périosté de votre choix doit être utilisé pour soulever doucement le périoste et ses tissus superficiels de la plaque osseuse corticale <sup>(1)</sup>.

Une fois que ces tissus ont été soulevés de la plaque corticale, et que l'élévateur périostique peut être inséré entre eux et l'os, l'élévateur est alors dirigé de façon coronale. Cela permet de séparer la gencive marginale et inter dentaire de l'os sous-jacent et du bord de la plaie incisionnelle opposée sans application directe de forces de dissection. Cette technique permet d'appliquer toutes les forces de réflexion directes au périoste et à l'os. Cette approche de la réflexion du lambeau est appelée "élévation par sape" <sup>(1)</sup>.

Cette élévation par sape doit se poursuivre jusqu'à ce que les tissus gingivaux attachés (marginiaux et inter dentaires) aient été soulevés de l'os sous-jacent sur toute l'étendue de l'incision horizontale. Après réflexion de ces tissus, l'élévation des tissus mous se poursuit dans une direction apicale dans le sens de la longueur, en soulevant la muqueuse alvéolaire, ainsi que le périoste sous-jacent, de l'os cortical jusqu'à ce qu'un accès chirurgical adéquat à la zone chirurgicale prévue ait été obtenu <sup>(1)</sup>.

### **2. La rétraction du lambeau :**

C'est le processus qui consiste à maintenir en position les tissus mous réfléchis. Une rétraction correcte dépend de l'extension adéquate des incisions du lambeau et de la réflexion correcte du muco-périoste. Il est nécessaire de fournir un accès visuel et opératoire aux tissus péri-apicaux et radiculaires. L'écarteur de tissus doit toujours reposer sur un os cortical solide avec une pression légère mais ferme. De cette façon, il agit comme une barrière mécanique passive contre les tissus mous réfléchis. Si l'écarteur repose par inadvertance sur les tissus mous à la base du lambeau, un traumatisme de la muqueuse alvéolaire peut entraîner un retard de cicatrisation et une morbidité post-chirurgicale accrue <sup>(1)</sup>.



**Figure 19: Décollement des tissus mous.**

*Source: Microsurgery in Endodontics, Kim S, Kratchman 2018*



**Figure 20: Exemples d'écarteurs de tissus endodontiques (En haut Écarteur de tissu d'Arens ; Au milieu : écarteur de moyen-seldin ; En bas : rétracteur de l'Université du Minnesota).**

*Source : Ingle's ENDODONTICS 7 2019*

## 2.5.6 OSTÉOTOMIE :

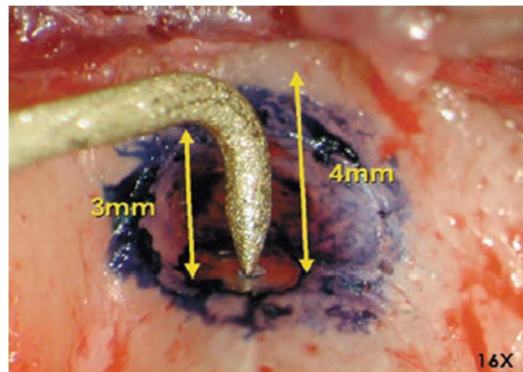
- **Définition :**

L'ostéotomie est le retrait de l'os cortical et spongieux qui recouvre l'extrémité de la racine au niveau du site opératoire <sup>(1)</sup>. Elle doit être effectuée avec soin afin d'éviter le réchauffement de l'os, qui pourrait entraîner des douleurs postopératoires et une altération de la cicatrisation <sup>(35)</sup>.

- **Taille de l'ostéotomie :**

Les techniques microchirurgicales actuellement utilisées en endodontie chirurgicale permettent à l'opérateur de créer une ostéotomie de taille significativement plus petite par rapport à la technique traditionnelle <sup>(1)</sup>.

L'ostéotomie idéale ne doit pas dépasser 4 mm de diamètre pour accueillir la pointe ultrasonique de 3 mm de long dans la crypte osseuse <sup>(36)</sup>.

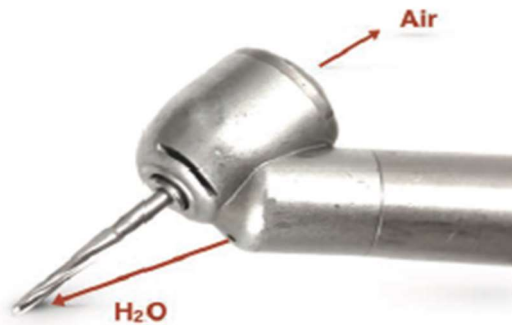


**Figure 21: La taille idéale de l'ostéotomie pour permettre l'insertion de la pointe ultrasonique de 3 mm.**

*Source: Microsurgery in Endodontics, Kim S, Kratchman 2018*

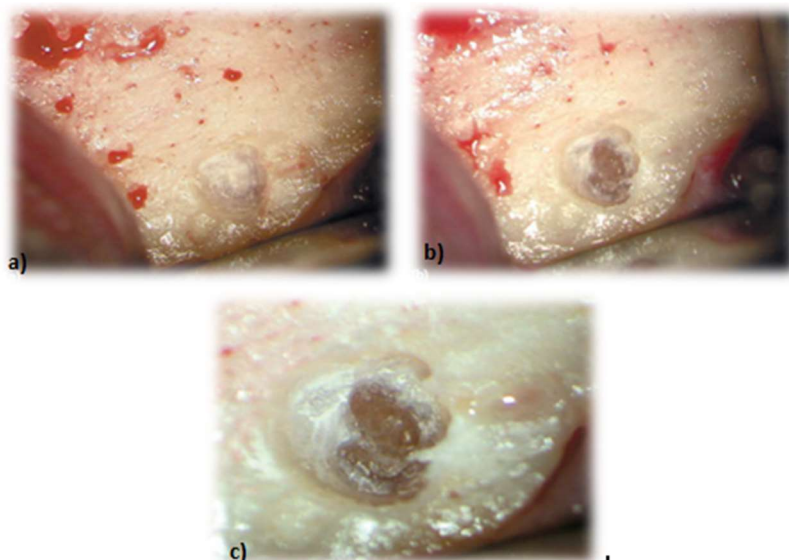
- **Les étapes:**
  - Si l'extrémité de la racine est couverte, le clinicien doit avoir une forte indication de l'emplacement de l'extrémité de la racine à partir de la planification du traitement pré-chirurgical, y compris l'observation clinique et les mesures préopératoires obtenues à partir de radiographies péri-apicales ou d'un CBCT <sup>(2)</sup>.
  - La mise en place d'un matériau radio-opaque sur le site de l'ostéotomie permet de localiser la ou les racines <sup>(1)</sup>.
  - Une fois que le praticien est sûr de l'emplacement exact de l'apex, l'os cortical est enlevé lentement et avec précaution, sous faible grossissement ( $\times 4$  à  $\times 6$ ) <sup>(36)</sup>, tout en irriguant avec de grandes quantités de solution saline stérile <sup>(35)</sup>.
  - La fraise à os Lindemann H 161 et la pièce à main Impact Air 45 sont les mieux adaptées à la réalisation d'une ostéotomie <sup>(36)</sup>.
  - Dans certains cas, la plaque corticale a été perforée par la lésion péri-radulaire, de sorte qu'un simple curetage des tissus mous permettra d'identifier l'extrémité de la racine. La proximité avec les racines des dents adjacentes, le foramen mental, le nerf infra-alvéolaire ou l'espace sinusal doit être prise en considération <sup>(2)</sup>.
  - En général, la taille de l'ostéotomie doit être aussi petite que possible, mais aussi grande que nécessaire pour permettre l'élimination des tissus inflammatoires et l'exécution correcte de la résection radulaire, l'inspection de la surface radulaire réséquée, la préparation de l'extrémité radulaire et l'obturation de l'extrémité radulaire <sup>(2)</sup>.

- Dans les situations où aucune fenestration de la plaque corticale n'est détectable, ou lorsqu'une plaque corticale épaisse est attendue, une technique de fenêtre osseuse peut être utilisée. Cette technique peut être réalisée à l'aide d'une scie chirurgicale ou d'un appareil de chirurgie piézoélectrique muni de pointes de scie à dents fines. Une fenêtre osseuse de forme rectangulaire sera créée, les extrémités de la racine seront découvertes, l'os sera stocké dans une solution saline appropriée et replacé dans sa position initiale à la fin de la procédure chirurgicale.
- Le site d'ostéotomie doit être inspecté et nettoyé de tout excès de matériaux et d'agents hémostatiques pour éviter les réactions de corps étrangers et de produit toxique tels que le sulfate ferrique <sup>(2)</sup>.



**Figure 22: Une pièce à main chirurgicale de 45 degrés (Brasseler, USA)**

*Source: Microsurgery in Endodontics, Kim S, Kratchman 2018 de Lindemann*



**Figure 23: ostéotomie : (a) une petite ostéotomie initiale et l'extrémité de la racine sont à peine visibles à  $\times 2$  ; (b) la racine a une couleur plus foncée, jaunâtre et dure, alors que l'os est blanc ; (c) l'extrémité de la racine est clairement visible. Est dure, alors que l'os est blanc ; (c) l'extrémité de la racine est clairement visible.**

*Source: Microsurgery in Endodontics, Kim S, Kratchman 2018*

### 2.5.7 CURETAGE PERIAPICAL :

Le curetage apical implique l'élimination de la lésion des tissus mous de la parodontite apicale autour de l'extrémité de la racine sans résection ou obturation de l'extrémité de la racine. Bien que l'exérèse des tissus inflammatoires fasse partie intégrante de la chirurgie radiculaire (2).

Il faut tenter d'enlever la totalité de la lésion péri-radriculaire, afin d'inclure tout vestige épithélial qui pourrait poursuivre la prolifération d'une lésion kystique, ou toute infection extra radiculaire (2).

Cette procédure permet un accès et une visibilité optimale du site chirurgical. L'ablation d'une lésion péri-apicale réduit le saignement et permet de disposer d'un échantillon de biopsie pour l'examen histologique (1).

Cette tâche est grandement facilitée par l'utilisation de curettes et/ou d'excavateurs tranchants, car le tissu fibreux en périphérie de la lésion est souvent difficile à détacher. Cette procédure prend parfois beaucoup de temps, mais elle est essentielle pour un bon hémostase (35).



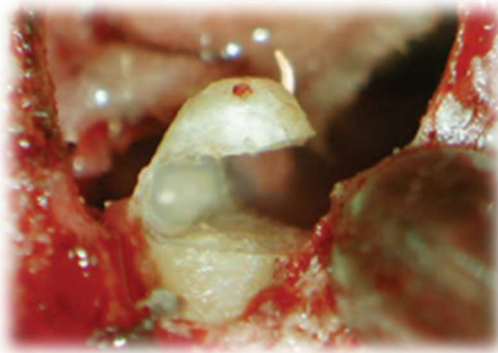
**Figure 24: Vue agrandie des mini-curettes et des mini-curettes de Molt spécialement conçues pour curetage péri-apical.**

*Source: Microsurgery in Endodontics, Kim S, Kratchman 2018*

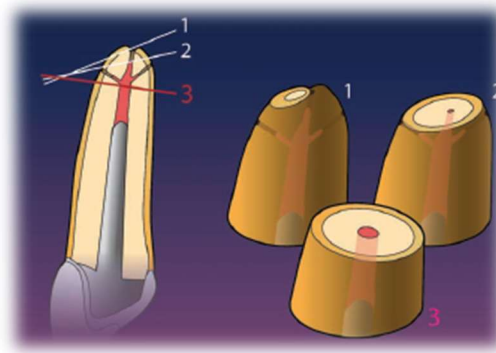
### 2.5.8 Résection apicale :

- Une fois le tissu de granulation enlevé jusqu'à ce que l'apex de la racine soit clairement identifié (36). Kim et Kratchman ont suggéré qu'au moins 3 mm de l'extrémité de la racine doivent être réséqués pour inclure 98 % des ramifications apicales et 93 % des canaux latéraux (1).
- Pour réaliser cette opération de manière efficace, une fraise de Lindemann doit être utilisée avec une pièce à main à angle de 45 degrés (TwinPower Turbine 45 (Morita,

- Japon), N45S (Brasseler, USA) ou une pièce à main à angle similaire, en utilisant un jet d'eau copieux <sup>(36)</sup>.
- Des appareils à ultrasons sont également utilisés pour la résection apicale et ils ont donné des résultats cliniques nettement meilleurs que les fraises chirurgicales traditionnelles <sup>(39)</sup>.
  - La racine doit être réséquée avec un biseau peu profond de 0 à 10°, plutôt qu'un biseau traditionnel de 45°, afin de préserver la structure de la racine apicale, de garantir une résection radiculaire complète, d'exposer moins de tubules dentinaires qui peuvent aider à propager l'infection intra-radiculaire et de permettre une préparation coaxiale plus facile de l'extrémité de la racine <sup>(2)</sup>.
  - L'inspection de la surface de la racine réséquée doit être effectuée à un fort grossissement (16-24×) après avoir atteint une hémostase complète. Après le rinçage du site d'ostéotomie avec du sérum physiologique, le bleu de méthylène 1 % appliqué à l'aide d'une micro-brosse est utilisé pour colorer le surface de la racine réséquée <sup>(2)</sup>.
  - Cette procédure permettra non seulement de délimiter la circonférence du ligament parodontal pour assurer une résection complète, mais aussi d'aider à identifier les canaux manquants, les micro-fractures, les erreurs iatrogènes, les isthmes qui abritent souvent des restes de tissu inflammatoire <sup>(2)</sup>.



**Figure 25: 3 mm de l'extrémité aux de la racine de la 6 sont réséqués (grossissement ×10).**



**Figure 26: Résection radiculaire incomplète niveaux 1 et 2.**

*Source: Microsurgery in Endodontics, Kim S, Kratchman 2018*

### 2.5.9 L'HEMOSTASE CHIRURGICALE :

Un hémotase parfait est nécessaire en chirurgie endodontique pour obtenir une excellente visibilité de la zone de travail et de réaliser les étapes de préparation et l'obturation dans les meilleures conditions <sup>(40)</sup>.



Comme il est indiqué précédemment, une anesthésie locale profonde avec utilisation d'un vasoconstricteur est la première étape et sans doute la plus importante. Il est recommandé aussi de minimiser la durée de l'intervention chirurgicale ce qui permet de réduire les saignements et les gonflements postopératoires, retirez tout le tissu de granulation ainsi que les petits fragments rapidement que possible avec une irrigation fréquente du site de l'ostéotomie <sup>(10)</sup>.

En per-opératoire, il est nécessaire d'utiliser au niveau de la crypte osseuse des agents hémostatiques complémentaires (tableau) dont, les pastilles d'épinéphrine et le sulfate ferrique sont les plus utilisés. L'hémostase doit être maintenue même après l'opération, Une fois le lambeau suturé, une gaze stérile humide est placée et maintenue au moins 30 minutes sur les sutures du site chirurgical et pour aider à stabiliser le lambeau une poche de glace doit être appliquée fréquemment sur la joue <sup>(36)</sup>. Cependant, des saignements postopératoires mineurs et des ecchymoses ne sont pas rares, mais ils sont généralement minimes <sup>(10)</sup>.

**Tableau 4: les différents types d'agents hémostatiques classés selon leur mode d'action.**

<b>La nature de l'agent hémostatique</b>	<b>Agents hémostatiques topiques</b>
<b>Agents mécaniques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bone Wax TM (Ethicon, Somerville, NJ)</li> <li>- Sulfate de calcium</li> </ul>
<b>Agents chimiques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Epinéphrine</li> <li>- Sulfate ferrique</li> </ul>
<b>Agents biologiques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Thrombine USPTM (Thrombostat, Thrombogen)</li> </ul>
<b>Agents hémostatiques absorbables à action intrinsèque</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gelfoam TM (Upjohn Co., Kalamazoo, MI)</li> <li>- Collagène absorbable</li> <li>- Hémostatiques à base de collagène microfibrillaire</li> </ul>
<b>Agents hémostatiques absorbables à action extrinsèque</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Surgicel TM (Johnson &amp; Johnson, New Brunswick, NJ)</li> </ul>
<b>Action mécanique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sulfate de calcium SurgiplastTM (ClassImplant, Rome, Italie)</li> </ul>

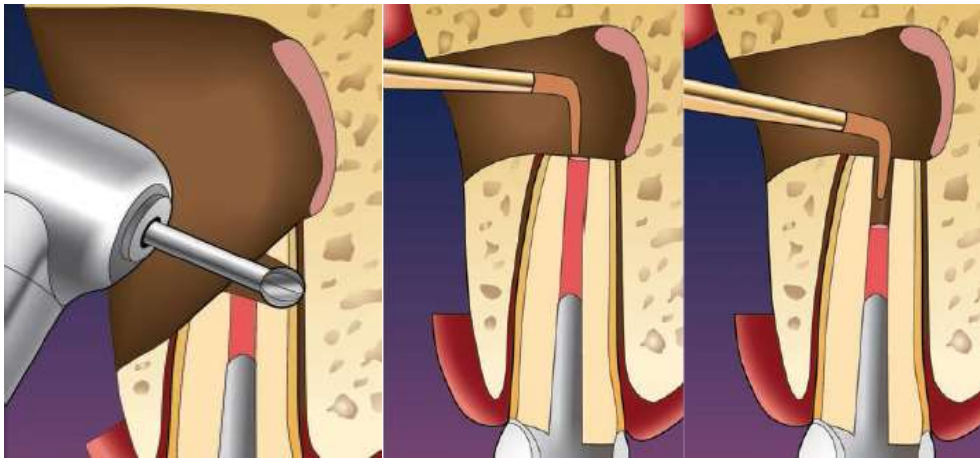
*Source : livre microsurgery in endodontic*

### 2.5.10 PREPARATION CANALAIRE RETROGRADE :

Dans les années 1990, Gary Carr a fait une grande révolution dans le domaine de la chirurgie péri apicale, il a proposé d'utiliser des inserts à ultrasons spécifiques pour la préparation rétrograde de l'extrémité radiculaire <sup>(41)</sup>.

Depuis lors, l'utilisation de pièces à main à vitesse lente et de fraises n'est plus acceptée comme la norme de soins pour la chirurgie apicale <sup>(42)</sup>.

Ces inserts sont nettement moins encombrants et permettent un travail plus précis et moins délabrant, réduisent les risques de perforation radiculaire. Comme ils gèrent bien la zone de l'isthme entre les canaux radiculaires d'une même racine <sup>(43)</sup>.



**Figure 27: l'avantage d'utilisation des inserts ultrasonique dans la préparation radiculaire rétrograde**

*Source : livre microsurgery in endodontics*

La grande majorité des inserts à ultrasons disponibles sur le marché disposent d'une partie travaillante de seulement 3 mm avec deux courbures dans le même plan d'espace pour le secteur antérieur et deux courbures dans deux plans différents pour le secteur postérieur. Seul un type d'insert présente trois courbures dans deux plans : le BK3® (SybronEndo) peut être utilisé sur une incisive maxillaire que sur une molaire mandibulaire <sup>(41)</sup>.

Il existe désormais des inserts dont la partie active est allongée et mesure 6 ou 9 mm (Apical Surgery®, Satelec). Ils doivent être utilisés de manière séquentielle, du plus court au plus long, chaque insert préparant le passage du suivant afin de rester dans l'axe du canal <sup>(41)</sup>.

La préparation à rétro doit suivre le long axe de l'espace canalaire à une profondeur minimale de 3 mm de l'extrémité de la racine réséquée, l'énergie ultrasonique de l'embout



élimine les éléments des tissus durs et mous du canal radiculaire y compris les matériaux d'obturation radiculaire. Une irrigation abondante avec de l'eau stérile ou du sérum physiologique est essentielle pour le refroidissement et le débridement <sup>(35)</sup>.

Lors de l'inspection de la préparation, il doit y avoir une cavité de classe I sèche et propre, coaxiale à la racine, sans débris ni restes de tissus et sans matériau d'obturation sur les parois axiales <sup>(44)</sup>.



**Figure 28: système Endo Success Apical Surgery®. Les inserts ont trois longueurs successives (3, 6 et 9 mm).**

*Source : livre Endodontie*

### **2.5.11 Obturation Canalaire à retro :**

L'obturation radiculaire rétrograde a une influence déterminante sur le résultat de la chirurgie endodontique. Elle devrait permettre un nouveau ciment à sa surface, dans lequel les fibres du ligament parodontal peuvent s'insérer. Un tel "joint biologique" assure une dissolution minimale du matériau au fil du temps, favorise une guérison optimale et garantit un bon pronostic à long terme <sup>(35)</sup>.

#### **2.5.11.1 Les propriétés d'un matériau d'obturation :**

Un matériau d'obturation radiculaire idéal devrait avoir un certain nombre de critères :

- Biocompatible
- Adhérer hermétiquement aux parois dentinaires
- Dimensionnellement stable
- Ne pas se dissoudre ou se corroder au contact des fluides tissulaires
- Bactériostatique ou bactéricide
- Favoriser la formation de dentine et de ciment à la surface de la racine réséquée
- Non toxique
- Certain degré de radio-opacité

- Doivent être facilement disponibles, faciles à manipuler, avoir un temps de travail adéquat
- Être d'un prix raisonnable
- Ne tache pas les dents ou les tissus

Parmi toutes les caractéristiques souhaitées mentionnées ci-dessus, l'absence de toxicité et une excellente capacité de scellement sont les deux exigences les plus importantes d'un matériau idéal <sup>(44)</sup>.

### **2.5.11.2 Les matériaux de l'obturation à retro :**

L'amalgame a longtemps été considéré comme le matériau de choix en chirurgie endodontique mais les risques de corrosion, la faible biocompatibilité et le peu d'étanchéité apicale obtenu ont progressivement amené les cliniciens à lui préférer les ciments à base d'oxyde de zinc/eugénol (l'IRM® (De Trey), le Super-EBA® (Bothworth)).

les ciments à base de verre ionomère, la résine composite (Geristore, Retroplast) et les ciments au silicate de calcium (MTA) (ProRoot MTA®, Dentsply Maillefer ; MTA Angelus®, Angelus), biodentine, biocéramique (BC, RRM)) qui semblent mieux répondre que lui aux exigences de la chirurgie endodontique moderne <sup>(41, 43)</sup>.

#### **A. Les ciments à base d'oxyde de zinc/eugénol :**

Sont faciles à manipuler, la libération persistante d'eugénol par hydrolyse entretient les réactions toxiques et empêchera le développement d'un joint biologique à l'extrémité de la racine. La toxicité de l'eugénol dépend de la quantité d'eugénol libre dans le ciment, et peut être réduite si le ciment est mélangé jusqu'à une consistance très sèche. Les ciments à base de ZnOE durcissent rapidement lorsqu'ils sont exposés à l'humidité, ce qui permet de réduire les risques de contamination. La surface de la racine remplie peut être polie en quelques minutes, et l'excès de matériau peut être facilement retiré de la surface de la racine et de la crypte osseuse.

Deux versions améliorées sont aujourd'hui utilisées : IRM et super EBA <sup>(35)</sup>. Dans le Super EBA, l'eugénol est partiellement remplacé par l'acide éthoxybenzoïque et l'oxyde d'aluminium est ajouté à la poudre. Dans l'IRM une résine poly méthacrylate et de l'acétate de zinc ont été rajoutés à la poudre pour renforcer les propriétés mécaniques et de l'acide acétique a été rajouté à l'eugénol <sup>(40)</sup>.



**Figure 29: Super EBA.**



**Figure 30: IRM ciment à base d'eugénol**

Source : <https://www.tristatedental.com>

### **B. Minéral trioxide aggregate MTA :**

Le MTA a été initialement développé à partir du ciment Portland sous forme de poudre grise par le Dr Torabinejad (Université de Loma Linda, CA, USA) et vendu sous le nom de ProRoot® MTA, fabriqué par Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK. Plus récemment, en raison de préoccupations esthétiques, une formule de couleur dentaire a été introduite sous le nom de White MTA, qui diffère du Grey MTA original par l'absence de fer <sup>(42)</sup>.

MTA est probablement le meilleur matériau à utiliser lorsque le contrôle de l'humidité est précaire, il a été prouvé qu'il scelle bien, qu'il est raisonnablement biocompatible, qu'il favorise le scellement biologique et que, en raison de ses propriétés hydrophiles. Il y a toujours un risque de délavage du matériau avant le durcissement complet si le mélange est trop mou. En raison de sa consistance, le matériau peut être difficile à manipuler, et de nouveaux ciments de silicate de calcium ont été développés pour essayer de surmonter certaines de ces difficultés de manipulation. Bien que leurs caractéristiques soient prometteuses <sup>(35)</sup>.



**Figure 31: ProRoot MTA**

Source : <https://www.dentalworldofficial.com>

### C. Biodentine :

La biodentine est un matériau qui présente des propriétés biologiques similaires à celle du MTA mais qui prend plus vite (12 minutes) et qui est plus facile à manipuler. Elle se présente sous la forme d'une capsule à laquelle on ajoute 5 gouttes de liquide et que l'on vibre pendant 30 secondes. Malheureusement, la consistance obtenue après vibration est souvent aléatoire. La radio-opacité est également très faible et insuffisante pour un matériau d'obturation à rétro (40).



**Figure 32: Biodentine**

Source : <http://docplayer.fr/84174495-Septodont-magazine-biodentine>

### D. Les biocéramiques :

#### D.1. Généralité :

L'introduction des matériaux à base de biocéramiques, en tant que nouveau groupe de matériaux dentaires, au début des années 1990. Les biocéramiques sont le résultat de la combinaison entre le silicate de calcium et le phosphate de calcium, Koch et Brave (2012) définissent les biocéramiques comme "des produits ou des composants céramiques utilisés dans des applications médicales et dentaires, principalement comme implants et remplacements qui ont des propriétés ostéo-inductives (39).

La première génération de biocéramique utilisée en dentisterie a été le MTA, qui appartient à la catégorie des ciments à base de silicate tricalcique. Récemment, d'autres ciments bioactifs à base de silicate et de phosphate tricalciques ont été introduits. ERMM est disponible sous forme de pâte ou de mastic. Il a des propriétés physiques similaires à celles du MTA une fois pris (Walsh et al., 2014) mais présente des propriétés de manipulation bien meilleures, une capacité de scellement comparable entre le MTA et la Biodentine (Bolhari et al., 2015 ; Saraswathi et al., 2015), ERRM (Antunes et al., 2016 ; Nair et al., 2011), BioAggregate (Bolhari et al., 2015), CEM (Moradi et al., 2015), et iRoot BP Plus (Leal et al., 2013). En outre,

tous les matériaux Biocéramiques sont biocompatibles et induisent une régénération des tissus péri-radicaux chez l'animal (Asgary et al., 2010 ; Chen et al., 2015 ; Kohout et al., 2015) et la différenciation des cellules humaines (De-Deus et al., 2012 ; Escobar-García et al., 2016 ; Kućuĳkaya et al., 2016 ; Perinpanayagam et Al-Rabeah, 2009). Aucun de ces matériaux ne présente un profil cytotoxique critique <sup>(39)</sup>.

### 2.5.11.3 Technique d'obturation radiculaire à retro :

Tous les matériaux nécessitent une mise en œuvre rigoureuse spécifique tant au niveau de leur préparation, que de leur manipulation. Il est indispensable de connaître le temps de travail et la consistance du matériau afin de l'utiliser dans les meilleures conditions <sup>(40)</sup>.

La partie du canal qui a été préparée doit être séchée en utilisant des pointes de papier stérile identiques à celles utilisées en endodontie conventionnelle ou un adaptateur de Stropko (un micro-embout de seringue pré courbé monté sur un adaptateur de Stropko relié à une seringue à air). Le matériau est déposé en petites quantités puis condensé à l'aide de microfouloirs de longueur variable dictée par la longueur de la préparation à retro, il est désormais possible dans certains cas d'obtenir l'intégralité du canal par la voie rétro grade en utilisant un fouloir adapté <sup>(40)</sup>.



**Figure 33: Scellants hydrauliques fluides à base de silicate de calcium disponibles dans le commerce : iRoot®SP (a), EndoSequence® BCSealer™ (b).**

*Source: livre Bioceramic Materials in Clinical Endodontic*

## 2.5.12 FERMETURE DU SITE OPERATOIRE :

### 2.5.12.1 La régénération tissulaire guidée :

Permet une recolonisation cellulaire sélective vers des zones spécifiques du parodonte endommagé par une maladie parodontale, une pathologie endodontique ou un traumatisme en

utilisant des matériaux bioactifs tels que les greffons osseux et les membranes, soit seuls ou en combinaison permettant la stabilisation du caillot. La croissance des principaux tissus environnants tout en excluant les types de cellules indésirables, tel que les cellules épithéliales. Les matériaux utilisés : les membranes non résorbables et Les membranes résorbables sont de deux types collagéniques et synthétiques <sup>(2)</sup>.

### 2.5.12.2 Le repositionnement du lambeau et les sutures :

Le site de l'ostéotomie doit être inspecté et nettoyé il faut laisser le sang se remplir à nouveau pour permettre la formation d'un caillot sanguin et la guérison osseuse qui s'ensuit. Tout matériau de greffe ou membrane doit être placé à ce stade. Les tissus mous sont humidifiés à l'aide d'une gaze humide contenant du sérum physiologique avant le repositionnement du lambeau, car ils peuvent se déshydrater pendant l'intervention chirurgicale et la réhydratation aidera à retrouver l'élasticité naturelle des tissus. Des sutures seront nécessaires pour replacer le lambeau muco-périosté, un contact étroit avec l'os sous-jacent doit être établi pour minimiser l'épaisseur du caillot sanguin sous périosté et permettre une cicatrisation par 1<sup>er</sup> intention <sup>(2)</sup>.

- **Le matériel de suture :**

**A. Les fils de suture :** de tailles courantes sont 5-0 ou 6-0 pour les interventions standard, dans les zones esthétiquement exigeantes, comme le maxillaire antérieur, ou si un lambeau à base papillaire a été choisi, des sutures 7-0 peuvent être conseillées pour le repositionnement des papilles. Les fils monofilaments ou monofilaments enduits en nylon, polypropylène ou polytétrafluoroéthylène (PTFE) sont devenues le matériau de choix <sup>(2)</sup>.

**B. L'aiguille :** doit néanmoins être rigide et avoir un cercle de 3/8 avec une section transversale triangulaire pointue et acérée <sup>(35)</sup>.

**C. Pinces porte-aiguille :** sert aussi bien à tenir l'aiguille qu'à faire des nœuds et doit être d'une taille appropriée à l'aiguille choisie <sup>(45)</sup>.

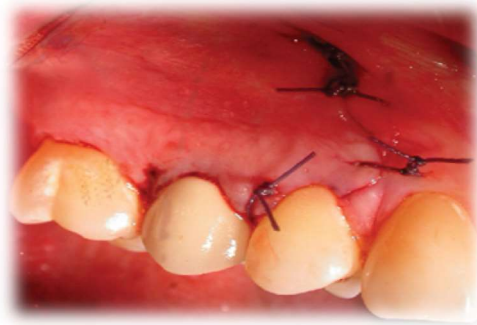
**D. Ciseaux :** Il existe une grande variété de ciseaux. Ceux dont les lames sont légèrement courbées, les extrémités légèrement arrondies et les poignées à ressort sont préférables <sup>(45)</sup>.

- **Technique de suture**

Les sutures simples interrompues sont généralement préférées aux sutures continues, car elles permettent une réadaptation plus contrôlée <sup>(2)</sup>.

**A. Point en « O » :** Suture simple interrompue (boucle simple) : est la technique de suture la plus couramment utilisée pour fermer les incisions verticales et horizontales afin de stabiliser les tissus <sup>(10)</sup>ses Indications :

- Lambeaux dont le décollement est peu important
- Incisions de décharge
- Incisions linéaires de faible étendue et situés à distance des zones dentées (exemple : le fond du vestibule).
- Tractions musculaires importantes risquant de désunir les berges de la plaie <sup>(46)</sup>.

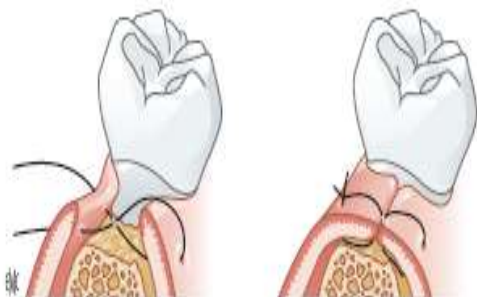


**Figure 34: point en « o »**

Source : ROTSTEIN I, INGLE JI. *Ingle's ENDODONTICS 7: PMPH USA; 2019.*

**B. Point en « 8 » :** La suture en huit interrompue est la deuxième technique de suture la plus utilisée. Le principal avantage de cette technique est la facilité d'accès entre les dents. En revanche, son principal inconvénient est l'interposition du fil entre les lambeaux, ce qui compromet une cicatrisation de 1<sup>ère</sup> intention. Ses Indications :

- Situations dans lesquelles l'accès empêche la réalisation du point en O
- Lambeaux dont le décollement est peu important et si une cicatrice de 1<sup>ère</sup> intention n'est pas recherchée <sup>(10)</sup>.



**Figure 35: point en « 8 »**

Source : Teysseres N., Fossat S. *Incisions et sutures en chirurgie maxillofaciale et stomatologie. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Stomatologie, 22-325-A-10, 2008.*



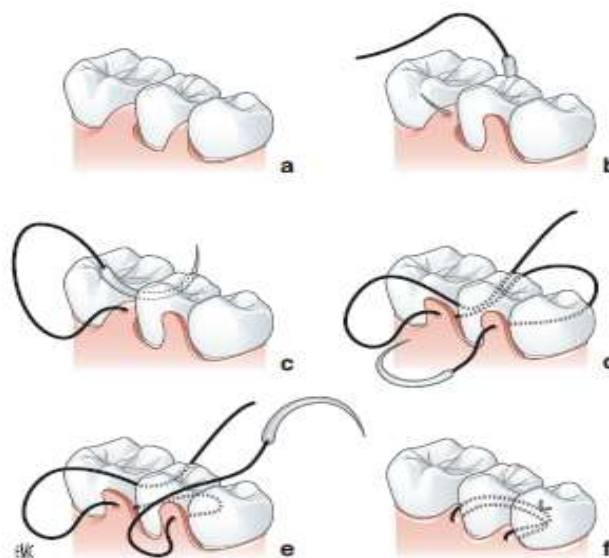
**C. Point matelassier vertical** : permet de maintenir le lambeau en position coronaire il est généralement préféré pour sa capacité à obtenir un positionnement précis du lambeau et de la papille. Elle est couramment utilisée dans les chirurgies parodontales régénératives et les procédures de régénération tissulaire guidée <sup>(10)</sup>.



**Figure 36: Point matelassier vertical**

Source : ROTSTEIN I, INGLE JI. *Ingle's ENDODONTICS 7: PMPH USA; 2019.*

**D. Une suture en écharpe** peut être utilisée pour la réadaptation interproximale dans les zones postérieures <sup>(2)</sup>.



**Figure 37: point en écharpe**

SOURCE : Teysseres N., Fossat S. *Incisions et sutures en chirurgie maxillofaciale et stomatologie. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Stomatologie, 22-325-A-10, 2008.*

## 2.6 SOINS POSTS OPERATOIRE :

### 2.6.1 Conseils post opératoires :

Les instructions doivent être rédigées dans un langage simple et direct et sont les suivants <sup>(10)</sup>



- A. Un gonflement et une décoloration sont courants. Utilisez une poche de glace avec une pression modérée sur l'extérieur de votre visage (20 minutes de pression et 5 minutes de repos) jusqu'à ce que vous alliez vous coucher le soir. L'application de glace sous pression réduit le saignement et le gonflement et procure un effet analgésique.
- B. Un suintement sanguin est normal. Si le saignement augmente, placez une compresse de gaze humide ou des mouchoirs en papier sur la zone et appliquez une pression avec les doigts pendant 15 minutes. Si le saignement continue, appelez votre praticien.
- C. Ne pas soulever votre lèvre ou votre joue pour regarder la zone concernée. Les points de suture sont attachés et vous pourriez les arracher.
- D. Dès demain, verser une cuillère à café de sel dans un verre d'eau chaude et rincez-vous doucement la bouche trois ou quatre fois par jour. Le rinçage avec un bain de bouche à la Chlorhexidine à 0,12 % peut favoriser la guérison. Éviter Les bains de bouche contenant de l'alcool dans les quelques jours suivant l'intervention. Le brossage soigneux est important, mais un brossage vigoureux peut endommager la région. Ce soir avant le coucher, brosser et nettoyer les surfaces inter-dentaires partout sauf le site d'intervention. Demain soir, brosser soigneusement le site de l'intervention avec brosse à dent très souple (chirurgicale).
- E. Une alimentation et un apport en liquide appropriés sont essentiels après la chirurgie. Mangez des aliments mous et mastiquez du côté opposé du site de l'intervention. Boire souvent et mangez des aliments mous comme le fromage blanc, le yaourt, les œufs et la crème glacée.
- F. La douleur est généralement minime après l'intervention, et des analgésiques puissants ne sont normalement pas nécessaires. Un certain inconfort est normal. En cas de prescription de médicament, suivez les instructions. Dans le cas contraire médicament n'a été prescrit, prenez votre antalgique habituel en cas de besoin. Si cela ne suffit pas, appelez votre praticien.
- G. Si vous êtes fumeur, ne fumez pas pendant les 3 premiers jours suivant l'intervention.
- H. Si vous ressentez un gonflement ou une douleur excessive ou si vous avez de la fièvre, appelez immédiatement votre praticien.
- I. Respectez votre rendez-vous pour retirer les points de suture (3 à 7 jours après l'intervention).

**J.** Appelez le bureau du dentiste si vous avez des inquiétudes ou des questions.

### **2.6.2 Prescription post opératoire :**

#### **A. Antibiotiques post-chirurgicaux :**

Il existe deux indications pour l'utilisation d'antibiotiques ; pour traiter une infection active ou pour prévenir une infection. L'approche thérapeutique est différente pour chaque indication. L'utilisation des antibiotiques en endodontie chirurgicale chez un patient par ailleurs en bonne santé se fait lors de l'apparition de signes et symptômes d'une atteinte systémique, il s'agit notamment d'une température corporelle supérieure à 101°F ou inférieure à 96,8° d'une fréquence cardiaque supérieure à 90 battements par minute, d'une fréquence respiratoire supérieure à 20 respiration par minute, d'un malaise, d'un gonflement à progression rapide ou d'une cellulite. La molécule de choix est l'amoxicilline. En cas d'allergie, la clindamycine sera prescrite <sup>(10)</sup>.

Il est courant de placer un patient sous un antibiotique après l'opération, lorsque la greffe osseuse/la régénération tissulaire guidée est utilisée, afin de prévenir l'infection postopératoire et le rejet des matériaux de greffe <sup>(36)</sup>.

#### **B. Les AINS :**

Constituent généralement la classe de médicaments privilégiée pour la prise en charge de la douleur postopératoire (voir L'ibuprofène (400 à 800 mg) ou un AINS équivalent est généralement administré avant ou immédiatement après la chirurgie et peut être poursuivi pendant plusieurs jours après l'opération, selon les besoins.

Lorsqu'un soulagement supplémentaire de la douleur est nécessaire, un narcotique tel que la codéine, l'hydrocodone ou le tramadol peut être ajouté au régime standard d'AINS. Cette stratégie peut entraîner un effet synergique, et donc un soulagement de la douleur plus important que celui auquel on pourrait s'attendre avec la valeur analgésique distincte de chaque médicament. Une approche utile à court terme pour la prise en charge de la douleur modérée à sévère est un programme alternant "24 heures sur 24" d'un AINS et d'une combinaison acétaminophène/narcotique. La douleur après une chirurgie péri-radriculaire n'est généralement que légère à modérée. La douleur postopératoire est généralement très bien gérée avec des AINS uniquement, en particulier avec la stratégie recommandée précédemment, à savoir un traitement préopératoire par AINS et un anesthésique local à longue durée d'action, est associée à une approche chirurgicale peu traumatisante <sup>(47)</sup>.

### **C. Antalgiques postopératoires :**

Des antalgiques simples type paracétamol, prescrits systématiquement, suffisent le plus souvent à prévenir et juguler l'algie des premiers jours. Face à une douleur tenace, l'association paracétamol et codéine est conseillée, car plus efficace que le paracétamol seul. En revanche, il est possible de prescrire le paracétamol en association avec des corticoïdes pour avoir une action anti-inflammatoire efficace, sous couverture antibiotique <sup>(48)</sup>.

### **D. Une brosse à dent de type chirurgical**

### **E. Bain de bouche antiseptique :**

Ne débiter que 24 heures après l'intervention pour éviter d'éliminer trop précocement le caillot hémostatique. Rincer deux fois par jour pendant 4-6 jours afin d'éliminer les débris et de réduire la flore microbienne empêchant ainsi la formation de plaque. La Chlorhexidine par exemple après un bain de bouche de 1 minute, environ 30% de la Chlorhexidine se fixe dans l'environnement buccal et est libérée sur une période d'environ 8-12 heures <sup>(11)</sup>.

### **2.6.3 Les contrôles post opératoires :**

Comme l'endodontie orthograde, l'endodontie chirurgicale vise à obtenir des conditions périapicales saines. La mesure dans laquelle le défaut chirurgical se remplit d'os est donc un critère de résultat important. Il faut comprendre que la cicatrisation osseuse complète n'a lieu que si les facteurs responsables de la lésion inflammatoire initiale (le plus souvent l'infection canalaire) sont éliminés ou contrôlés.

Dans le cas contraire, l'inflammation peut persister, avec le développement d'une lésion radioclaire persistante, d'un gonflement récurrent et/ou d'un tractus fistuleux. Un cas réussi est caractérisé par la régénération des structures manquantes (os et cément) et la réorganisation du ligament parodontal à l'extrémité de la racine. Le remplissage osseux complet peut prendre 6 à 12 mois pour apparaître sur les radiographies conventionnelles et les suivis post-chirurgicaux doivent donc être programmés en conséquence le patient doit revenir après 4 semaines pour un suivi afin de s'assurer de la bonne cicatrisation des tissus mous et de l'absence de tout symptôme clinique, et après 1, 2 et 4 ans pour contrôler radiographique le processus de guérison et s'assurer que le succès à long terme est garanti après plusieurs années <sup>(2)</sup>.

Pendant la phase de cicatrisation, le tissu conjonctif peut remplir la cavité chirurgicale et entraîner une cicatrisation osseuse incomplète (cicatrice périapicale). Ce phénomène est particulièrement fréquent dans les cas où la lésion initiale a perforé les tables corticales vestibulaires et linguales (lésion "de part en part"). Une membrane résorbable peut être placée

pour empêcher cette croissance du tissu conjonctif ; cependant, ce type de guérison ne doit pas être considéré comme un échec du traitement en soi <sup>(35)</sup>.

### **3. LA PIEZOCHIRURGIE :**

#### **3.1 DEFINITION :**

La chirurgie piézoélectrique est une alternative intéressante aux techniques classiques de chirurgie osseuse. L'utilisation d'un tel bistouri ultrasonore a été décrite dès 1981, en particulier par Horton et al. et fut récemment perfectionnée et adaptée par Vercellotti à l'aide d'un tel instrument, il est possible de réaliser une découpe osseuse de grande précision et de manière quasi atraumatique en comparaison des autres instruments à notre disposition <sup>(49)</sup>.

#### **3.2 L'HISTORIQUE :**

L'effet piézoélectrique a été découvert dès 1880, par les physiciens Pierre et Marie Curie, en collaboration avec Gabriel Lippmann. Ces derniers démontrent que l'application de contraintes et de forces de compression sur certains corps solides induit une charge électrique mesurable. D'où le choix du terme « Piezo », qui provient du verbe grec « piezen », signifiant « comprimer » ou « presser » <sup>(50, 51)</sup>.

En 1953, Catuna publie un premier rapport de l'effet de l'utilisation des ondes de hautes fréquences sur les tissus dentaires, en endodontie et en parodontologie <sup>(52)</sup>.

L'utilisation des instruments ultrasoniques et piézoélectriques en odontologie est donc connue et largement utilisée depuis déjà des décennies.

En ce qui concerne l'utilisation des instruments ultrasoniques pour la réalisation d'ostéotomies, c'est Horton qui en proposera l'étude en 1975 et en 1981. A cette période, il arrive déjà à la conclusion qu'il est possible de réaliser des ostéotomies de façon simple et précise avec les ultrasons. Il observe également que les instruments ultrasoniques permettent une cicatrisation osseuse rapide avec la présence des lacunes de formations ostéoïdes en surface <sup>(53)</sup>.

Cependant, ce n'est qu'en 1997 que les ultrasons sont réutilisés pour des actes de chirurgie buccale. A cette époque, Vercellotti, tente l'utilisation des instruments ultrasoniques pour réaliser l'avulsion d'une canine ankylosée. A l'issue de cette expérience l'auteur constate les limites de cette instrumentation en chirurgie osseuse, comme l'inefficacité de coupe et la nécrose osseuse due à l'élévation de température <sup>(54, 55)</sup>.

C'est ainsi que, dès 1998, et en partenariat avec Mectron Medical Technology Srl, Vercellotti invente le premier appareil ayant la capacité de produire des micro-vibrations à ultrasons de type piézoélectrique avec une puissance adaptée à la chirurgie osseuse.

Il s'agit là, non seulement d'une nouvelle instrumentation inventée dans le but de dépasser les limites de l'instrumentation traditionnelle, mais aussi d'une nouvelle technique chirurgicale impliquant de nouveaux protocoles <sup>(56)</sup>.

### **3.3 LES PRINCIPES PHYSIQUES DE LA PIEZOCHIRURGIE :**

#### **3.3.1 L'effet piézoélectrique :**

La chirurgie piézoélectrique repose sur l'utilisation d'un courant alternatif de moyenne fréquence, transmis par un générateur à un transducteur (pièce à main contenant des pastilles de céramique) qui va produire des oscillations mécaniques. A leurs tours, transmises à des inserts qui vont générer des micro vibrations longitudinales (amplitude de 40 à 200  $\mu\text{m}$ ) et verticales (amplitude de 20 à 60  $\mu\text{m}$ ) qui varient en fonction de la puissance appliquée (de 10 à 55 W) et de la fréquence sélectionnée (de 22 kHz à 32 kHz) <sup>(57)</sup>.

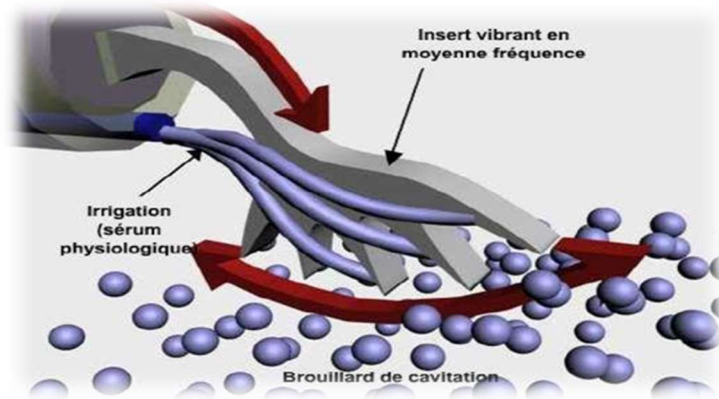
Le courant électrique génère une déformation des pastilles céramiques. Les mouvements de ces dernières entraînent des vibrations dans l'axe du transducteur. L'amplificateur couplé à l'insert augmente l'ensemble des déplacements vibratoires émis par les pastilles céramiques. Ces micromouvements se font à une fréquence de 22 à 30 kHz, en fonction de l'insert. L'insert vibre donc dans un axe longitudinal. La contre masse amortie les vibrations vers l'arrière et optimise le rendement électromécanique. A ces fréquences, seuls les tissus minéralisés peuvent être coupés <sup>(57)</sup>.

#### **3.3.2 Le phénomène de cavitation :**

La cavitation est un phénomène de micro-ébullition du liquide se produisant au niveau de toutes les interfaces solide-liquide vibrant à moyenne fréquence. Elle s'explique par une rupture de la cohésion moléculaire des liquides et l'apparition de zones de dépression se remplissant de vapeur jusqu'à constituer des bulles prêtes à imploser.

Cet effet permet de maintenir la température de l'os, d'éliminer les débris, de réguler l'hémostase et dégage le champ par l'éclatement des bulles d'eau sous haute pression.

Cela provoque l'érosion, le nettoyage de la crête osseuse, la visibilité et la facilité d'utilisation s'en trouvent accrues. En outre, la propriété antibactérienne est attribuée à la fragmentation de la paroi cellulaire des bactéries <sup>(58)</sup>.



**Figure 38: Schéma représentant Le phénomène de cavitation**

Source: Vercellotti T. *Piezoelectric Bone Surgery: A New Paradigm: Quintessence Publishing Company, Incorporated;* 2020.

### 3.4 APPORT DES GENERATEURS PIEZOELECTRIQUES :

#### 3.4.1 Instruments existants :

Trois types d'instruments sont actuellement disponibles : les instruments manuels, les instruments motorisés et les appareils piézoélectriques.

#### 3.4.2 Les instruments manuels :

Les instruments manuels (tels que les rongeurs, scies, gouges, les maillets et les ciseaux) sont restés pratiquement inchangés depuis l'Antiquité parce que leur efficacité de base ne peut pas être améliorée de façon substantielle au-delà de détails mineurs. La coupe avec ces instruments est le résultat d'une action locomotrice réalisée par un seul individu et est soumise aux variables intrinsèques de la nature humaine. L'utilisation du ciseau et le maillet est appropriée pour réaliser des ostéotomies rapides dans des structures squelettiques robustes où la taille de la coupe n'est pas essentielle au succès de l'opération <sup>(59)</sup>.

#### 3.4.3 Les outils de coupes motorisés :

Les outils de coupes motorisés transforment leur énergie électrique ou pneumatique en énergie mécanique, produisant des micro-vibrations sur la fraise ou scie à os. Les scies oscillantes et les fraises à os montées sur pièces à main offrent un couple important particulièrement intéressant en chirurgie osseuse, mais les rend dangereuses à proximité

d'obstacles anatomiques. Les fraises actionnées par un micromoteur obligent le praticien à s'opposer au couple de rotation de l'instrument. Le trait de coupe d'une scie ne permet pas au chirurgien de contrôler sa profondeur. Il est donc préférable de finir ce type d'intervention à l'aide d'instruments manuels afin de ne pas endommager les tissus mous, nerfs ou membranes.

Cependant, s'il est vrai que les pièces à main permettent l'utilisation d'instruments à cols longs pour intervenir en profondeur, ce qui est difficile avec les grosses têtes des contre-angles et des turbines. D'autre part, les instruments rotatifs sont susceptibles d'induire des effets néfastes compte tenu de la production de fortes températures pouvant altérer la régénération osseuse.

L'échauffement osseux sera limité en utilisant des fraises neuves avec un fort pouvoir de coupe et une instrumentation intégrant une irrigation de solution réfrigérée <sup>(56, 60)</sup>.

### **3.4.4 Les instruments piézoélectriques :**

La piézochirurgie utilise des vibrations ultrasoniques piézoélectriques pour réaliser des ostéotomies précises et sûres. Les vibrations obtenues sont amplifiées et transférées à une pointe vibrante qui, lorsqu'elle est appliquée avec une légère pression sur le tissu osseux, entraîne un phénomène de cavitation, un effet de coupe mécanique qui se produit exclusivement dans les tissus minéralisés<sup>(61)</sup>.

La caractéristique unique de la technique de piézochirurgie est que la coupe se produit lorsque l'outil est appliqué sur le tissu minéralisé mais s'arrête lorsque le tissu mou est rencontré. Étant donné que la piézochirurgie nécessite une irrigation adéquate, le débit de la solution de refroidissement doit être régulé pour éviter une surchauffe de l'os. Un chauffage du tissu osseux supérieur à 47°C pendant 1 minute réduit considérablement la formation osseuse et est associé à des dommages cellulaires irréversibles et à une infiltration de cellules graisseuses <sup>(62)</sup>.

## **3.5 EVALUATION DES PERFORMANCES :**

### **3.5.1 Sélectivité de l'effet de coupe :**

La précision de la coupe dépend des micro-vibrations mécaniques dont l'oscillation linéaire va de 20 à 80  $\mu\text{m}$ <sup>(63)</sup>.

Ces micro vibrations ultrasoniques de basse fréquence servent à couper uniquement les tissus minéralisés, une fréquence primaire de 30 kHz est modulée par la superposition d'une onde sonore (30 à 60 Hz) pour générer une coupe efficace de l'os <sup>(64)</sup>.

L'avantage de la coupe sélective est la capacité de préserver l'intégrité des tissus mous délicats, tels que le nerf alvéolaire, le nerf infra-orbitaire, la membrane du sinus maxillaire et la dure-mère <sup>(64)</sup>. Cette faible amplitude, associée à un insert de petite taille (0,4mm) permet les traits de coupe les plus fins donc une économie tissulaire, qui seront des points positifs vis-à-vis des suites opératoires <sup>(59)</sup>.



**Figure 39: Coupe sélective dans la chirurgie du sinus maxillaire.**

*Source : Vercellotti T. Essentials in piezosurgery: Clinical advantages in dentistry: Quintessence; 2009.*

### 3.5.2 Contrôle chirurgical :

Le contrôle chirurgical est essentiel lorsqu'on travaille à proximité de structures anatomiques délicates telles que les structures vasculo-nerveuses. Les fraises à os nécessitent une pression d'environ 2 à 3 kg sur le manche pour pouvoir couper. Cela réduit la sensibilité opératoire, Par contre l'action de coupe produite par les micro-vibrations de Mectron-Piezosurgery® nécessite une pression de 500 g à appliquer sur la pièce à main. Ce qui augmente le contrôle chirurgical <sup>(63)</sup>.

Une pression ou une force importante n'est pas nécessaire et peut, en fait, contrarier la fréquence ultrasonique, réduisant ainsi l'efficacité et transformant l'énergie mécanique en énergie thermique <sup>(64)</sup>.

### 3.5.3 Hémostase :

Grâce à son irrigation, le générateur d'ultrasons piézoélectrique a un effet hémostatique au niveau des surfaces de coupe. L'hémostase est due en partie à la libération d'un précipité protéique par la couche cellulaire en contact avec l'insert, et en partie à l'apparition d'oxygène

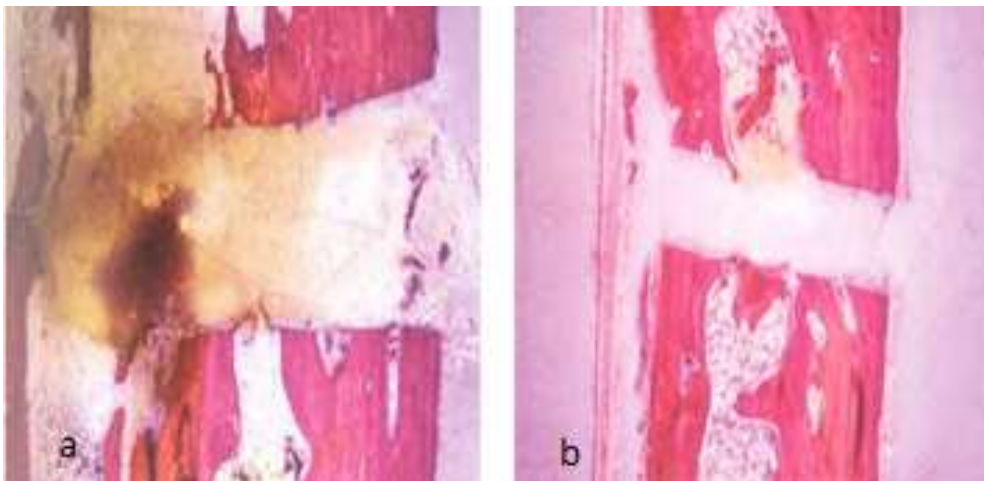


naissant. Cet effet hémostatique permet ainsi d'obtenir une bonne visibilité du champ opératoire <sup>(51)</sup>.

### 3.5.4 L'évaluation histologique :

En 2001, Vercellotti et coll. étudient les caractéristiques cliniques, radiologiques et histologiques des tissus après une incision au bistouri ultrasonore. Cette étude est conduite à partir de la réalisation de trois chirurgies orthopédiques sur des chiens. Aucun dommage n'est constaté sur les tissus mous. D'autre part, l'évaluation histologique macroscopique montre une parfaite intégrité de la surface de l'ostéotomie avec une coupe régulière, sans nécrose ni lésion des tissus minéralisés et la présence en surface d'ostéocytes en vie <sup>(65)</sup>.

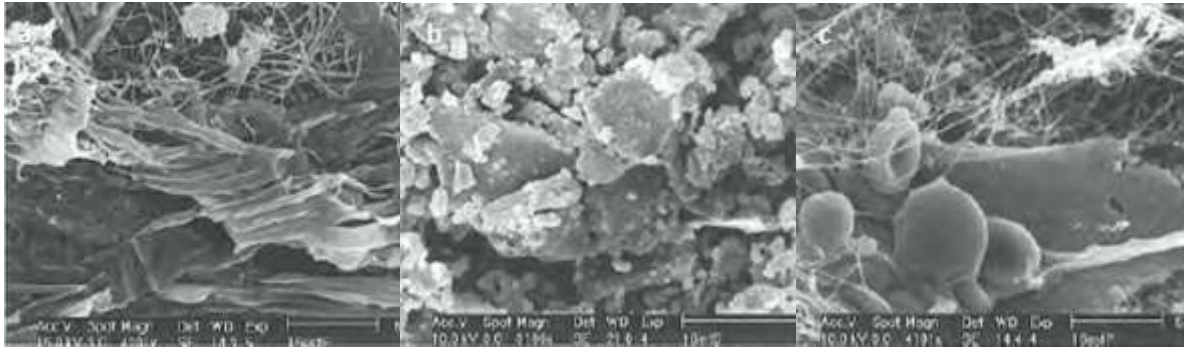
En 2004, Eggers et coll. proposent une étude en microscopie électronique d'os de cadavres, mettant en évidence une meilleure qualité de coupe de la surface osseuse par piézochirurgie <sup>(66)</sup>, de plus il a été constaté histologiquement que le tissu découpé demeure vital <sup>(60)</sup>.



**Figure 40: Ostéotomie produite par une fraise à os et avec OT7**

- a)** Ostéotomie produite par une fraise à os de diamètre 0.9 mm. une fragmentation lamellaire.
- b)** Ostéotomie réalisée avec une OT7 de 0,5 mm. les parois osseuses restent intactes.

*Source : Vercellotti T. Essentials in piezosurgery: Clinical advantages in dentistry: Quintessence; 2009.*



**Figure 41: Évaluation de la morphologie de la surface de l'os avec un microscope électronique à balayage, grossissement 500X.**

**a** : Fraise à os : la surface de l'os apparaît extrêmement irrégulière.

**b** : Scie à os : la surface est couverte de débris osseux.

**c** : Piézochirurgie OT7 : la surface est microporeuse, parfaitement nettoyée, et immédiatement recouverte de la fibrine qui initie la coagulation, signe évident de la rapidité des mécanismes de cicatrisation des tissus et la présence d'ostéocytes.

*Source: Vercellotti T. Essentials in piezosurgery: Clinical advantages in dentistry: Quintessence; 2009.*

### 3.5.5 Evaluation radiologique :

Lors de l'expérience de Vercellotti et coll., de 2001, citée précédemment, l'évaluation radiologique montre une parfaite linéarité et précision de l'ostéotomie après la chirurgie piézoélectrique. La piézochirurgie limite donc le traumatisme tissulaire et permet ainsi une cicatrisation excellente, sans complication et avec un retour complet des fonctions neurologiques et vasculaires <sup>(65)</sup>.

### 3.5.6 Cicatrisation osseuse :

L'amélioration de la cicatrisation observée sur les sites traités par piézochirurgie peut s'expliquer par la stimulation des mécanismes de cicatrisation favorisée par l'onde secondaire de l'appareil. L'application des vibrations de faible intensité et de haute fréquence dans 10 à 50 Hz (c'est-à-dire la fréquence des contractions musculaires posturales) aux tissus osseux imite la charge mécanique et induit la libération de plusieurs facteurs de croissance, y compris les BMP (« Bone morphogenetic protein » ou protéine osseuse morphogénétique) responsables de la différenciation des ostéoblastes et de la formation de nouvel os.

Dans une étude animale comparant le profil biomoléculaire de sites préparés avec une chirurgie osseuse piézoélectrique et des forets rotatifs, les niveaux de BMP-4 ont augmenté plus tôt sur les sites d'implants préparés avec une chirurgie piézoélectrique par rapport aux sites forés, ils étaient 18,5 fois plus élevés à 7 jours, 15 fois plus élevés à 14 jours et 2 fois moins

élevés à 56 jours. Les niveaux maximaux de BMP-4 ont été observés à 14 jours pour les sites traités par Piézochirurgie. Le niveau de BMP-4 sur les sites percés n'a pas atteint le même niveau de BMP-4 sur les sites traités par piézochirurgie avant le 56e jour. Une augmentation plus importante du niveau du facteur de croissance transformant bêta 2 (TGF- $\beta$ 2) a également été constatée sur les sites implantaires préparés avec chirurgie piézoélectrique. Les niveaux de TGF- $\beta$ 2 étaient 3,5 fois plus élevés à 7 jours, 19 fois plus élevés à 14 jours, et diminuaient en dessous des valeurs de base à 56 jours. Le niveau de TGF- $\beta$ 2 sur les sites forés n'a jamais dépassé les niveaux de base <sup>(64)</sup>.

### **3.5.7 La cicatrisation des tissus mous :**

La recherche sur une nouvelle application de la piézochirurgie pour détacher le périoste du tissu osseux sous-jacent a étudié l'effet de cette technologie sur l'intégrité et la cicatrisation des lambeaux muco-périostés. L'activation du périoste après une intervention chirurgicale est responsable de la chondrogenèse, de l'ostéogenèse et de l'angiogenèse, qui favorisent finalement la vascularisation et le remodelage osseux. La réponse de la cicatrisation périostée après un traumatisme est directement liée à l'intégrité du périoste, qui nourrit l'os sous-jacent et joue un rôle essentiel dans l'ostéo-induction et l'ostéo-conduction <sup>(67)</sup>.

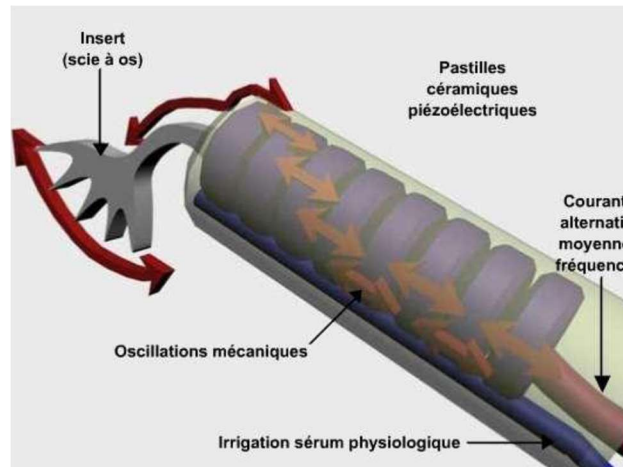
## **3.6 SYSTEMES DISPONIBLES EN PIEZOCHIRURGIE :**

### **3.6.1 Principes technologiques du bistouri ultrasonore :**

Le bistouri ultrasonore est un instrument capable de découper avec précision les tissus durs et de faciliter le clivage des interfaces solides. Pour cela, il utilise des micro-vibrations de moyenne fréquence générées par un transducteur piézoélectrique et appliquées à des inserts durcis au nitrure de titane et/ou diamantés <sup>(68)</sup>.

- Les appareils piézoélectriques sont constitués :
  - D'un générateur de moyenne fréquence contenant un circuit électronique de commande et un circuit de contrôle à ultrasons relié par un cordon à un transducteur (pièce à main),
  - D'une pompe péristaltique permettant une irrigation du système (de 0 à 150 ml/min) engendrant un refroidissement des inserts et permettant un effet de cavitation,
  - D'inserts dont la forme et l'utilisation varient en fonction de l'indication souhaitée,
  - D'une clé dynamométrique pour visser ces inserts,
  - D'une pédale de commande,
  - D'une pièce à main contenant un empilement de pastilles céramique piézoélectriques qui génèrent les vibrations de moyenne fréquence. Le bistouri ultrasonore se démarque des

détartreurs conventionnels selon quatre paramètres : les fréquences du générateur, la masse, la dureté et la forme des inserts. <sup>(68, 69)</sup>



**Figure 42: Le bistouri ultrasonore.**

Source : *De l'intérêt du bistouri ultrasonore en implantologie : technologies, applications cliniques.* Leclercq P, Dohan D.

En fonction de la qualité de l'os et de la forme de l'insert, l'efficacité de coupe peut être réglée par le modulateur de fréquences. La puissance délivrée par l'instrument est comprise entre 2, 8 et 16 W, et peut aisément être modulée au moyen d'un clavier, selon la qualité osseuse présente. Une puissance importante est nécessaire pour un os plus minéralisé. Le refroidissement de la pièce à main se fait par une irrigation au sérum physiologique directement intégrée au système <sup>(70)</sup>.

Après une utilisation prolongée de la pièce à main piézochirurgicale, une pause est conseillée avant de reprendre, afin de permettre le refroidissement de l'insert et de la pièce à main <sup>(66)</sup>.

Différents paramètres sont à prendre en compte avant l'utilisation des appareils piézoélectriques :

- Le choix des inserts dépend du type d'intervention et de la qualité de l'os.
- la fréquence de vibration qui sera utilisée résulte du type d'os, de la pression appliquée sur l'insert et de la vitesse du mouvement effectué par l'opérateur.

Ainsi, l'utilisation de la piézochirurgie impose l'adaptation à de nouveaux protocoles opératoires, qui restent simples au regard des résultats obtenus <sup>(69)</sup>.

### 3.6.2 PIEZOTOME DE MECTRON :

Le système Piezosurgery® fut le premier bistouri ultrasonore commercialisé. Grâce au contrôle dans les trois dimensions de l'espace des vibrations ultrasoniques, il a ouvert une

nouvelle ère à l'ostéotomie et à l'ostéoplastie en implantologie, en parodontologie, en endodontie et en chirurgie orthognatique.

L'écran de contrôle de l'unit Piezosurgery® permet de choisir l'un des deux programmes de base. Le programme « bone » permet la réalisation d'actes de chirurgie osseuse, et ceci après avoir sélectionné la qualité osseuse parmi quatre types d'os proposés.

Le programme «root» est sélectionné à la fois pour la réalisation d'actes de parodontologie et d'actes d'endodontie <sup>(71)</sup>.



**Figure 43: Le générateur Piezosurgery®**

*Source : MECTRON SRL (Laboratoire). Piezosurgery. Livret clinique. Mectron, 2007.*

### **Les inserts sont classés en trois groupes de formes différentes :**

- A.** Le groupe des inserts tranchants est adapté au traitement des structures osseuses. Ces inserts sont utilisés pour les ostéotomies et les ostéoplasties. Leur couleur dorée est liée à la présence de nitrure de titane <sup>(71)</sup>.



**Figure 44: Inserts tranchants.**

*Source : MECTRON SRL (Laboratoire). Piezosurgery.*

- B.** Le groupe des inserts à pointe émoussée et de surface diamantée, permet un travail en précision des structures osseuses. Ces inserts sont utilisés pour la réalisation d'ostéotomie à proximité de structures délicates, telles que le sinus ou le nerf alvéolaire

inférieur. Ces inserts sont également utilisés pour l'ostéoplastie finale des structures osseuses. Leur couleur dorée est liée à la présence de nitrure de titane.

Le groupe des inserts plats émoussés est utilisé pour travailler les tissus mous, pour surélever la membrane de Schneider par exemple. Ces inserts sont en étain <sup>(71)</sup>. Différents kit d'inserts sont proposés, comme le kit « Basic » et le kit « sinus lift » <sup>(71)</sup>.



**Figure 45: Inserts plats émoussés.**

*Source : MECTRON SRL (Laboratoire). Piezosurgery. Livret clinique. Carasco : Mectron, 2007.*

### 3.6.3 PIEZOTOME DE SATELEC :

#### 3.6.3.1 Applications cliniques du Piezotome® :

Développé au sein du Département de Recherches et Développement de SATELEC, le Piezotome est un appareil de chirurgie dentaire générateur d'ultrasons conçu pour les interventions délicates comme les ostéotomies, les ostéoplasties, les expansions de crêtes, ou les élévations de sinus <sup>(72)</sup>.



**Figure 46: Le générateur Piezotome®.**

*Source : SATELEC ACTEON EQUIPEMENT (Laboratoire). Piezotome. Livret clinique. Merignac : SatelecActeon Equipement, 2006*

#### 3.6.3.2 Systèmes de contrôle des instruments :

Trois systèmes de contrôle forment le « Cruise Control System », qui a pour but de réguler la puissance du Piezotome

- A. Le système autoréglage de fréquence permet une régulation automatique et en temps réel de la fréquence dans une plage de 28 kHz à 36 kHz, en fonction de la résonance acoustique de l'insert. Ce système assure une restitution efficace du sens tactile.
- B. Le système « Push -Pull » permet de maîtriser l'amplitude des vibrations de l'insert, et assure une préservation des tissus fragiles.
- C. L'autre système fonctionne selon le Principe du Feed-Back, il permet d'adapter la puissance en fonction de la résistance rencontrée par l'insert (couple) <sup>(72)</sup>.

Au cours de longues interventions, la pièce à main Piezotome® ne présente aucun échauffement, Ce qui diminue en partie le risque de nécrose. Une évaluation de l'échauffement de l'insert aurait permis d'approfondir ces conclusions <sup>(72)</sup>.

### 3.6.3.3 Instruments d'ostéotomie :

Le kit BoneSurgeryTM composé de six inserts ultrasonores, principalement destiné à la réalisation de greffe osseuse, permet de découper, d'exciser et de remodeler les structures osseuses sans risque de lésion des tissus mous <sup>(72)</sup>.



**Figure 47: Satelec implanter II**

Source : SATELEC ACTEON EQUIPEMENT (Laboratoire). Piezotome. Livret clinique.Merignac : SatelecActeon Equipement, 2006



**Figure 48: Inserts ultrasonores du kit BoneSurgeryTM**

Source : SATELEC ACTEON EQUIPEMENT (Laboratoire).



### **A. L'insert BS1 :**

L'insert BS1 est une scie ultra-coupante dotée de cinq dents spécifiquement affûtées, destinée à la découpe en profondeur d'os cortical.

L'insert BS1 présente un marquage laser à 3, 6 et 9 mm de son extrémité, ce qui facilite l'évaluation de la dimension du défaut osseux et le contrôle de la profondeur de coupe.

Cette scie à os est utilisée lors des prélèvements mentonniers et ramiques. Sa découpe en profondeur permet d'accélérer la prise de greffon. Le mouvement de coupe doit être vertical puis linéaire, joignant les puits créés par le mouvement initial <sup>(72)</sup>.

### **B. L'insert BS2L :**

L'insert BS2L est une scie à os latérale à cinq dents, orientée à gauche, pour la découpe d'os cortical ramique. Cet insert est indiqué lors de la découpe d'os cortical ramique. Orienté à gauche, il produit des traits d'ostéotomie verticaux et horizontaux sur la mandibule droite du patient <sup>(72)</sup>.

### **C. L'insert BS2R :**

L'insert BS2R est l'homologue de l'insert BS2L, mais orienté à droite. Il permet l'ostéotomie sur la mandibule gauche du patient <sup>(72)</sup>.

### **D. L'insert BS4 :**

L'insert BS4 est un scalpel circulaire orienté à 120°, pour la réalisation d'ostéoplasties et de prélèvements de particules ou copeaux d'os.

Lors d'une greffe osseuse, cet insert façonne le site receveur afin d'assurer la stabilité du greffon pour faciliter son intégration.

Utilisé lors d'une élévation de sinus, il permet de prélever des copeaux sur le volet osseux vestibulaire. L'os autogène est aspiré puis récupéré dans un filtre à os pour être intégré au matériau de comblement. En présence de kyste, le BS4 permet de cliver le follicule kystique <sup>(72)</sup>.

### **E. L'insert BS5 :**

L'insert BS5 est un scalpel plat, conçu pour la réalisation d'ostéotomies fines.

La finesse de cet insert permet la réalisation d'expansion de crête, de trait d'ostéotomie, de distraction alvéolaire, et l'ostéotomie du volet vestibulaire en présence d'une corticale épaisse dans la chirurgie du sinus <sup>(72)</sup>.



**F. L'insert BS6 :**

L'insert BS6 est un scalpel incurvé utilisé lors d'ostéoplastie. Cet insert nettoie le site receveur, lisse les défauts de surface et élimine le périoste adhérent afin d'adapter le site receveur au greffon. Il peut servir à remodeler le greffon afin d'éliminer toute zone anguleuse ou agressive et à dissocier la corticale du greffon des tissus médullaires sous-jacents lors de la prise du greffon. Enfin, il nivelle les abords de la crête lors des expansions de crête <sup>(72)</sup>.

**3.6.3.4 Instruments d'élévation de sinus :**

Le kit Sinus Lift TM est composé de cinq inserts ultrasonores conçus pour l'élévation de sinus <sup>(72)</sup>.



**Figure 49: Inserts du kit Sinus Lift TM**

*Source : SATELEC ACTEON EQUIPEMENT (Laboratoire).*

**A. L'insert SL1 :**

L'insert SL1 est un insert diamanté à 90 µm destiné à la découpe du volet vestibulaire osseux et à l'atténuation des angles vifs. Cet insert réalise des incisions moins agressives que les scies, et permet de préserver les structures anatomiques voisines. Pendant son utilisation, le praticien doit réaliser un balayage longitudinal constant de la surface à inciser. Le SL1 remodèle les zones osseuses sécantes susceptibles d'endommager la membrane de Schneider ou les tissus enveloppant le greffon <sup>(72)</sup>.

**B. L'insert SL2 :**

L'insert SL2 est un insert boule diamanté à 90 µm destiné au lissage des bords du volet vestibulaire osseux (os très mince) et à l'ostéoplastie. Le SL2 remodèle les zones osseuses sécantes susceptibles d'endommager la membrane de Schneider ou les tissus enveloppant le greffon <sup>(72)</sup>.

**C. L'insert SL3 :**

Le SL3 est un insert plateau, non coupant, servant à décoller la membrane de Schneider à environ 2,5 mm sur les bords de la fenêtre.

Lors de l'utilisation de cet insert il est primordial de garder un contact permanent sur l'os afin d'éviter une déchirure de la membrane sinusienne <sup>(72)</sup>.

### D. L'insert SL4 :

L'insert SL4 est une spatule non coupante, orientée à 90°, servant au décollement de la membrane de Schneider à l'intérieur du sinus et au dégagement de structures anatomiques. Lors de l'utilisation de cet insert, le praticien doit garder en permanence le contact avec les bords osseux. Le décollement est réalisé au niveau apical, mésial puis distal <sup>(72)</sup>.

### A. L'insert SL5 :

L'insert SL5 est une spatule non coupante identique à l'insert SL4 mais orientée à 120° <sup>(72)</sup>.

### 3.6.3.5 Instruments de syndesmotomie :

L'insert LC1 est un scalpel conçu pour la réalisation de syndesmotomies et d'ostéotomies péri-radicales. Cet insert permet de pénétrer dans l'espace parodontal entre la racine et l'os alvéolaire. Le praticien doit réaliser des mouvements de balayage. Les micro-oscillations ultrasonores entraînent la résection de la paroi osseuse alvéolaire. L'insert dessine de fines tranchées afin de faciliter l'avulsion de la dent, notamment pour l'extraction des dents incluses <sup>(72)</sup>.



**Figure 50: Insert LC1.**

*Source : SATELEC ACTEON EQUIPEMENT (Laboratoire).*

### 3.6.4 SURGYSONIC D'AMTECH :

- **Le générateur :**

Le Surgysonic® (Esacrom, Imola, Italie) présente l'avantage de pouvoir être programmé avant l'intervention ou d'être réglé manuellement pendant l'intervention <sup>(73)</sup>.



**Figure 51: Le système Surgysonic®.**

*Source : AMTECH SARL (Laboratoire). Surgysonic. Livret clinique. Moissy-Cramayel : Amtech, 2006.*

Les inserts de chirurgie du Surgysonic, dont la forme et l'utilisation varient en fonction de l'indication souhaitée, sont classés en deux catégories.

La première catégorie est celle des inserts tranchants à action coupante, réalisés en acier inoxydable 420B. Ces inserts subissent plusieurs traitements dont un traitement thermique, un traitement électrolytique anticorrosif, un affilage et sont trempés dans un bain de nitrure de titane qui améliore leur dureté. Cette catégorie d'inserts est indiquée dans les cas d'ostéotomies et de syndesmotomies.

La seconde catégorie d'inserts est celle des inserts tranchants à action coupante et polissant. Ces inserts subissent un traitement supplémentaire les recouvrant de particules de diamants. Ils sont utilisés pour les ostéotomies et pour les ostéoplasties <sup>(73)</sup>.

### **3.6.5 PIEZON MASTER SURGERY D'EMS® :**

- **Le générateur :**

L'écran photo-électrique permet de simplifier la programmation. La LED suit les mouvements du doigt automatiquement en émettant un faible signal sonore, tout en portant des gants chirurgicaux, et même si un film de protection est disposé sur l'appareil.

Le Piezon Master Surgery® est composé d'une pièce à main, d'un support de poche ergonomique, d'une pompe péristaltique à haut débit, de lignes stériles à raccorder sur la pièce à main, d'un support de pièce à main stérile magnétique amovible, d'un combitorque® Pour la mise en place de l'insert stérile sur la pièce à main, et d'une pédale ergonomique utilisable dans chaque position (360° degrés) <sup>(74)</sup>.



**Figure 52: Le système Piezon Master Surgery®.**

*Source : EMS France (Laboratoire). PiezonAmtech, 2006.*

## **4. IMPLICATION DE LA PIEZOCHIRURGIE DANS LA PRATIQUE DE CHIRURGIE ENDODONTIQUE MODERNE :**

### **4.1 IMPLICATION DE LA PIEZOCHIRURGIE DANS L'OSTEOTOMIE :**

- **Technique d'ostéotomie et prélèvement de bloc osseux mono-cortical :**

#### **A. Protocole :**

- Utiliser la fonction « corticale » et régler l'irrigation au niveau 3.
- Placer l'insert OT7 sur la pièce à main et serrer avec la clé dynamométrique jusqu'à entendre un clic.
- Activez l'appareil en appuyant sur la pédale.

#### **B. Technique d'ostéotomie :**

- Touchez l'os avec les cinq dents de la scie, en vous assurant qu'elles sont toutes en contact avec la surface de l'os.
- Appliquez un mouvement de traction vers l'arrière de sorte que la partie verticale de la plaquette effectue l'action de coupe. Notez que l'action de coupe se produit uniquement pendant le mouvement de traction et lors de l'application d'une pression maximale de 500 g sur la pièce à main.

- Pour approfondir l'ostéotomie, il est nécessaire de répéter l'action plusieurs fois. L'action de coupe n'ayant lieu qu'en tirant. Le mouvement vers l'avant de l'insert ne sert qu'à repositionner l'appareil ; aucune pression n'est appliquée. En revanche, lors de la traction, il est important d'appliquer une pression uniforme pour éviter de créer des marches dans l'ostéotomie. Il est possible d'atteindre la profondeur souhaitée en lisant les repères de profondeur sur chaque insert <sup>(59)</sup>.

Il est recommandé de répéter plusieurs fois cet exercice en réalisant des corticotomies encore plus longues (3 à 4 cm) pour développer une maîtrise suffisante du mouvement de coupe. La pratique de la technique d'ostéotomie piézoélectrique aide le clinicien à développer l'efficacité et, surtout, la sensibilité chirurgicale appropriée pour effectuer les procédures lors de l'utilisation du dispositif de piézochirurgie. Lorsque l'exécution de la technique d'ostéotomie de base semble naturelle, il est possible d'appliquer la technique piézoélectrique pour le prélèvement de bloc osseux <sup>(59)</sup>.

### **C. Prélèvement de bloc osseux mono-cortical :**

Après avoir appris les techniques de corticotomie et d'ostéotomie linéaire, le clinicien peut effectuer la technique de prélèvement de bloc osseux mono-cortical en utilisant une procédure similaire au prélèvement d'un bloc osseux de la symphyse mandibulaire d'un patient <sup>(59)</sup>.

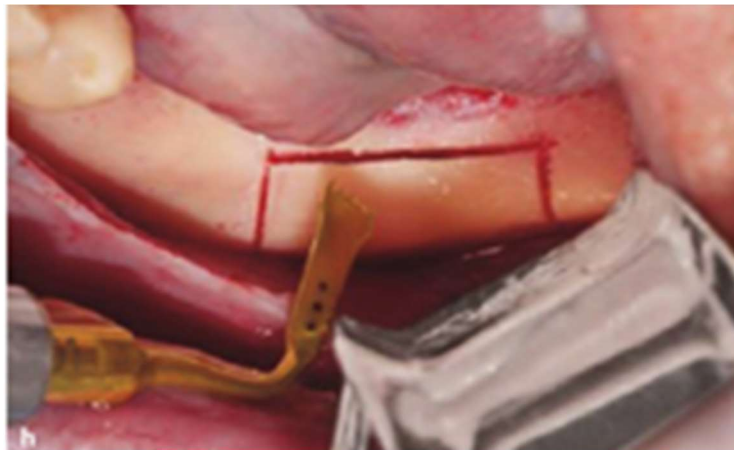
- Créer une ostéotomie droite et linéaire d'environ 20 mm de long avec l'insert OT7, qui produit une incision d'environ 0,55 mm de large. Pendant l'action de coupe, une bonne sensibilité opératoire permet à l'opérateur de sentir la différence entre les zones de différentes densités osseuses qui sont coupées par l'insert. Dès que l'os cortical est coupé, il est possible de sentir la résistance mécanique réduite de la spongieuse. Une fois à travers la spongieuse, l'insert rencontre la surface très compacte de la corticale interne, qui est facilement reconnaissable car l'insert glisse sur la surface osseuse lisse sans frottement.
- Réaliser une deuxième ostéotomie parallèle à la première à une distance d'environ 10mm.
- Créer deux ostéotomies supplémentaires perpendiculaires aux deux premières, formant un rectangle.
- Affiner les ostéotomies terminées avec l'insert pour s'assurer que la coupe est complète à la fois en profondeur et aux coins, où il convient de chevaucher les coupes perpendiculaires.

- Insérez un élévateur manuel et détachez le bloc <sup>(59)</sup>.



**Figure 53: L'insert OT7 : une micro-scie à os de 0,55 mm utilisée pour l'ostéotomie à haute efficacité dans toutes les techniques d'ostéotomie au maxillaire et à la mandibule (fente de crête, corticotomies et prélèvement de bloc osseux).**

*Source : Vercellotti T. Piezoelectric Bone Surgery: A New Paradigm, 2020.*



**Figure 54: Prélèvement de blocs osseux par technique piézoélectrique**

*Source : Vercellotti T. Piezoelectric Bone Surgery: A New Paradigm, 2020.*

## **4.2 IMPLICATION DE LA PIEZOCHIRURGIE DANS LA RESECTION APICALE :**

La minimisation de l'angle de biseau lors de la résection radiculaire est l'une des développements les plus importants en microchirurgie endodontique.

La technique traditionnelle utilise un angle de biseau de 45° à 60° pour faciliter l'accès et visibilité lors de l'utilisation de gros instruments chirurgicaux.

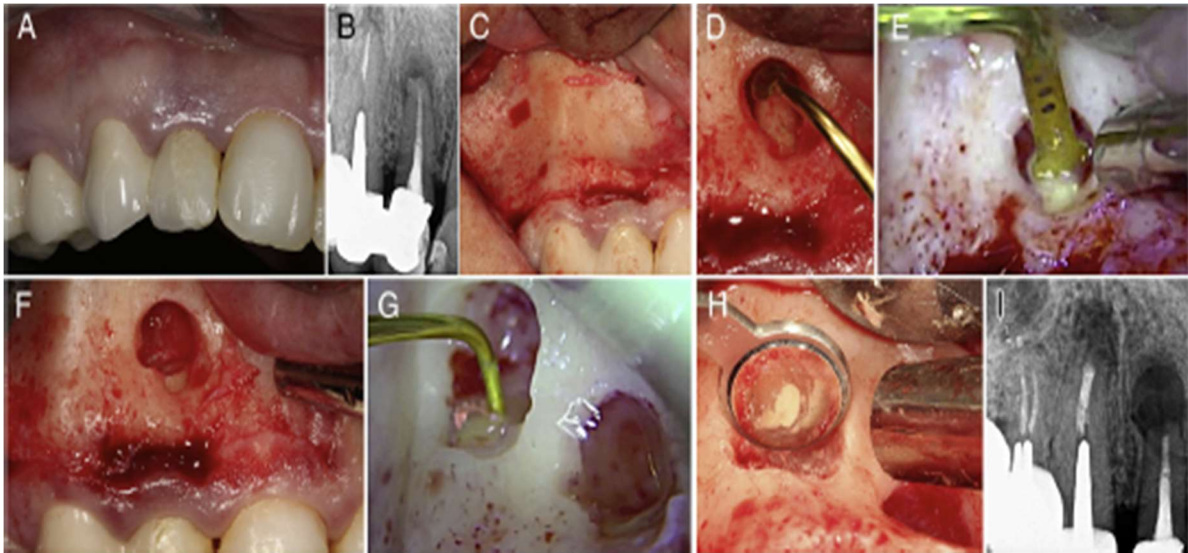
La technique moderne utilise un angle de biseau peu profond de 0° à 10° pour exposer moins les tubules dentinaires <sup>(75)</sup>.

L'utilisation d'un microscope minimise l'accès aux l'apex de la racine, et l'utilisation de micromiroirs inclinés permet l'observation de l'anatomie complexe de la racine.

Bernardes et al ont comparé un embout à revêtement CVD par ultrasons avec fraises en carbure de haute et basse vitesse pour apicectomie, évaluation temps de résection et analyse des surfaces radiculaires .Ils a conclu que la résection radiculaire par ultrasons utilisant le revêtement CVD la pointe a pris plus de temps et a donné des surfaces plus rugueuses que les fraises en carbure à la fois haute et basse vitesse <sup>(75)</sup>.

Peu d'études publiées évaluent l'utilisation à la fois de l'échographie et instruments de piézochirurgie pour apicectomie. Les différentes tailles et types d'inserts de piézochirurgie (Mectron) peuvent être utilisés dans le traitement endodontique chirurgical moderne, y compris l'accès à l'apex radiculaire, élimination des tissus inflammatoires, résection apicale et préparation de l'extrémité radiculaire. A notre connaissance, aucune étude n'a évalué L'effet de la piézochirurgie sur la résection radiculaire. Des études complémentaires sont nécessaire en particulier les enquêtes in vivo, pour déterminer l'influence de la racine technique de résection sur la cicatrisation apicale après chirurgie endodontique <sup>(75)</sup>.





**Figure 55: implication de la piézochirurgie dans la résection apicale**

- A. Une image clinique de la canine maxillaire droite et de l'incisive latérale soumises à une chirurgie endodontique.
- B. Une radiographie périapicale montrant de petites lésions apicales.
- C. Un lambeau submarginal (Ochsenbein-Luebke) a été soulevé pour accéder et traiter les lésions apicales.
- D. Un insert Piezosurgery OP7 (Mectron) a été utilisé pour accéder aux apex radiculaires et éliminer les tissus inflammatoires.
- E. Les résections apicales des deux dents ont été réalisées à l'aide d'un insert en forme de scie (Piezosurgery Insert OTS7-4, Mectron).
- F. L'effet de cavitation et l'irrigation constante ont fourni un champ chirurgical sans effusion de sang qui a assuré une visualisation claire du site chirurgical.
- G. Préparation microchirurgicale de la racine de la canine maxillaire avec l'insert Piezosurgery EN1.
- H. MTA (White ProRoot MTA, DentsplyMaillefer) apex rempli à la racine.
- I. Une radiographie postopératoire immédiate confirmant la profondeur et la densité de l'obturation radiculaire.

Source : Abella F, de Ribot J, Doria G, Duran-Sindreu F, Roig M. Applications of piezoelectric surgery in endodontic surgery :*Journal of endodontics*. 2014;40(3):325-32.

- **Préparation de la cavité radiculaire :**

Préparation conventionnelle de la cavité radiculaire à l'aide de fraises rotatives dans une micro-pièce à main pose plusieurs problèmes au clinicien, tels que :

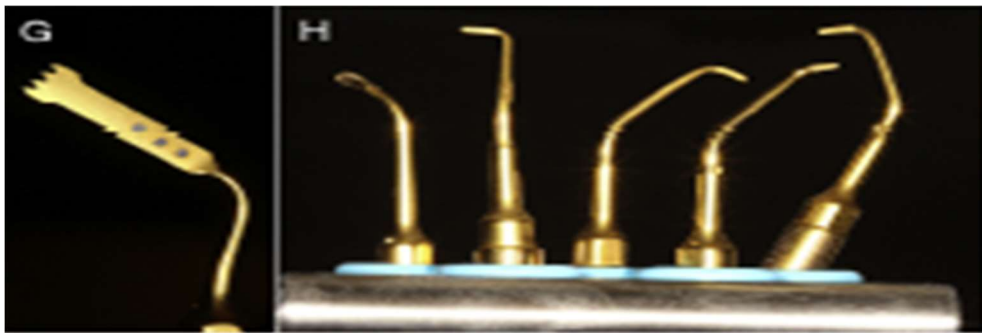
L'accès à la racine, l'impossibilité d'établir des préparations canalaires parallèles , et le risque de perforation linguale de la racine <sup>(75)</sup>.

Les rétro-pointes à ultrasons ont montré de nombreux avantages par rapport aux pointes traditionnelles pièce à main utilisée en endodontie chirurgicale. Le grand axe de la dent



peut être suivi, préservant ainsi la morphologie canalaire et les cavités apicales peut être façonné plus facilement, en toute sécurité et avec une plus grande précision qu'avec pièces à main conventionnelles <sup>(75)</sup>.

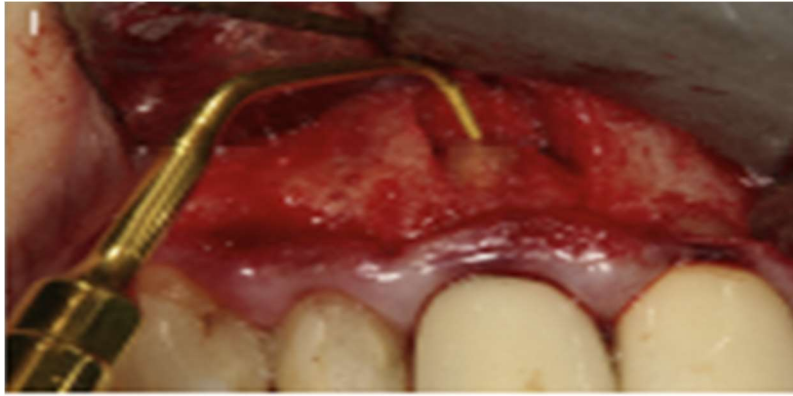
Del Fabbro et al ont étudié la morphologie de l'extrémité des racines après préparation de cavité rétrograde à l'aide d'un dispositif piézoélectrique à différents réglages de puissance et dans différents modes de fonctionnement sur des cadavres frais. Ils ont montré que, lorsque la pointe piézoélectrique oscillait avec une constante vibration, le niveau de puissance n'a pas affecté l'incidence ou le type de dentine fissure et la qualité des marges était assez régulière. A l'inverse, une part significative une plus grande altération de l'extrémité radiculaire et une marge de cavité qualitativement pire ont été observés lorsque la pulsation a été ajoutée. D'autres études sont justifiées pour déterminer le temps requis pour la préparation de la cavité radiculaire et pour évaluer la morphologie apicale, l'épaisseur de la dentine et la perte de particules de diamant après l'utilisation de rétro-pointes piézoélectriques <sup>(75)</sup>.



**Figure 56 (G) L'insert de piézochirurgie OTS7-4(Mectron) (H) Le kit rétrochirurgical Piezosurgery.**

(G) L'insert de piézochirurgie OTS7-4(Mectron)est efficace pour les applications microchirurgicales, y compris l'ostéotomie et la résection radiculaire. Marquages pratiques gravés au laser à 7, 8,5 et 10 mm informer le clinicien de la profondeur de l'ostéotomie. (H) Le kit rétrochirurgical Piezosurgery. Paramètres de travail (c.-à-d. puissance, oscillation et irrigation) pour chaque l'insert sélectionné a été réglé conformément aux recommandations du fabricant.

*Source : Abella F, de Ribot J, Doria G, Duran-Sindreu F, Roig M. Applications of piezoelectric surgery in endodontic surgery :Journal of endodontics. 2014;40(3):325-32.*



**Figure 57: (I) L'insert Piezosurgery EN1 (Mectron) (revêtement diamant) a été utilisé pour nettoyage du canal radiculaire. La partie coupante de la plaquette a une longueur de 3 mm**

*Source: Abella F, de Ribot J, Doria G, Duran-Sindreu F, Roig M. Applications of piezoelectric surgery in endodontic surgery: Journal of endodontics. 2014;40(3):325-32.*

### **4.3 ROLES DE LA PIEZOCHIRURGIE DANS LA REGENERATION OSSEUSE :**

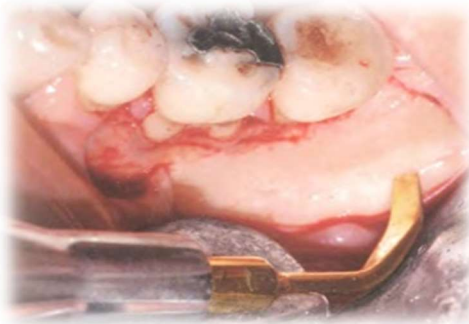
Utilisation pour la chirurgie de greffe osseuse : Les particules de greffe osseuse autogène de 500 micromètres sont idéales pour la régénération osseuse, dès lors qu'elles conservent les potentiels ostéogéniques, ostéo-inductif et ostéo-conducteur. La chirurgie de greffe osseuse est généralement effectuée par des ostéotomies dans les sites donneurs d'os intra-oraux <sup>(76)</sup>.

Le dispositif Piezosurgery® est bien adapté à la récolte de copeaux osseux. Les embouts d'ostéoplastie n° 1 à 3 peuvent être utilisés avec des mouvements de grattage doux le long de la surface de l'os afin d'obtenir un volume suffisant de copeaux osseux<sup>(56)</sup>.

L'os est accumulé à l'avant de l'instrument, puis retiré. La région sans complication pour le prélèvement de copeaux osseux est la ligne oblique de la mandibule. Il est possible de prélever également à proximité de la zone opératoire, ce qui élimine la nécessité d'un second site chirurgical <sup>(77)</sup>.

L'une des caractéristiques de l'utilisation de La piézochirurgie est la quantité importante d'ostéoblastes et d'ostéocytes survivants dans les blocs osseux retirés par chirurgie ultrasonique. En outre, l'approche chirurgicale est plus facile dans la cavité buccale par rapport aux forets chirurgicaux qui utilisent des pièces à main droites, en raison de l'angulation et de la petite taille des pointes piézoélectriques et de la pièce à main. Il est également rapporté que les

saignements peropératoires, ainsi que les complications liées aux saignements, sont minimales en raison du phénomène physique de cavitation <sup>(78-80)</sup>.



**Figure 58: Site donneur dans la région molaire mandibulaire : insert d'ostéoplastie 1.**



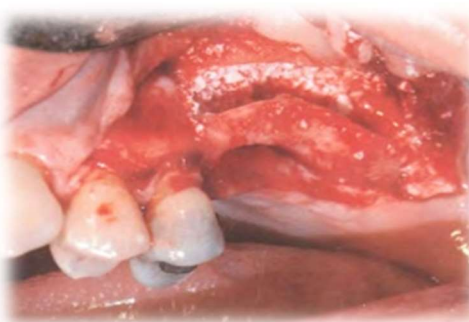
**Figure 59: Les copeaux d'os sont récoltés en plaçant l'irrigation au niveau le plus bas et en maintenant l'aspiration dans la direction opposée à la collecte.**



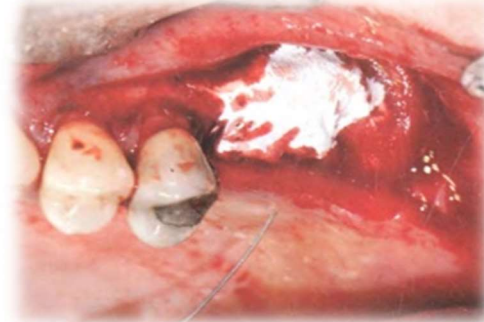
**Figure 60 : Les copeaux osseux sont recueillis dans un récipient et sont ensuite mélangés à de l'hydroxyapatite bovine.**



**Figure 61: Le composite de greffe a un volume de 2,5 cc.**



**Figure 62: La membrane résorbable protège la membrane sinusienne de la rugosité de l'hydroxyapatite bovine.**



**Figure 63: La fenêtre osseuse est recouverte d'une membrane de collagène.**

*Source: Vercellotti T. Essentials in piezosurgery: Clinical advantages in dentistry: Quintessence; 2009.*

#### 4.4 IMPLICATION DE LA PIEZOCHIRURGIE DANS LE PRELEVEMENT DE LA GREFFE OSSEUSE

L'utilisation des greffes osseuses autologues fût décrite à l'origine par Branemark et Coll en 1975 <sup>(59)</sup>.

Le choix de réaliser une greffe osseuse en bloc ou en utilisant de l'os en particules est fait en préopératoire, après avoir soigneusement examiné l'anatomie du défaut et les propriétés des tissus. La greffe osseuse n'est réussie que si elle est réalisée en respectant minutieusement le protocole chirurgical <sup>(63)</sup>.

Évaluation de l'état pré-chirurgical en 3Dimensions facilite les mesures et détermine la quantité d'os pouvant être prélevée en fonction de la position du canal du nerf alvéolaire inférieur, de la position des racines des molaires et de la largeur de la mandibule dans la région du Ramus <sup>(64)</sup>.

➤ **Technique de récolte de copeaux d'os en particules avec la piézochirurgie :**

Les copeaux osseux en particules sont récoltés à l'aide d'inserts d'ostéoplastie spéciaux pour gratter la surface de l'os. Le débit du liquide d'irrigation doit être réduit pour éviter la dispersion des particules après le prélèvement. L'extrémité de l'embout de l'aspirateur doit être maintenue à l'écart des particules recueillies ou placée dans la direction opposée au mouvement de l'insert. Il existe deux inserts Piézoélectriques utilisés pour réaliser cette technique de récolte de copeaux osseux :

- L'insert d'ostéoplastie 1 : est le plus efficace car il est grand et récolte rapidement les fragments d'os. Cependant, sa taille et son mouvement nécessitent des sites donneurs de grande surface. Il est généralement utilisé dans les techniques de greffe osseuse pour la chirurgie implantaire <sup>(64)</sup>.
- L'insert d'ostéoplastie 3 : est plus petit et tend à récolter des fragments osseux plus petits dans n'importe quelle situation anatomique. Il peut être utilisé dans n'importe quel site pour prélever de l'os pour toute technique de greffe osseuse, mais il est préférable de l'utiliser dans des zones limitées afin de prélever de plus petites quantités d'os pour les défauts osseux parodontaux <sup>(64)</sup>.

➤ **Le prélèvement de blocs osseux avec la piézochirurgie :**

La chirurgie piézoélectrique offre une précision et une sensibilité opérationnelle considérables, de sorte que l'opérateur est en mesure de reconnaître facilement les différences

entre l'os cortical et l'os spongieux, ce qui lui permet de préserver l'intégrité des structures importantes. Le site donneur est sélectionné en fonction de la taille du défaut et de la quantité d'os disponible dans l'os mandibulaire et/ou maxillaire <sup>(63, 64)</sup>.

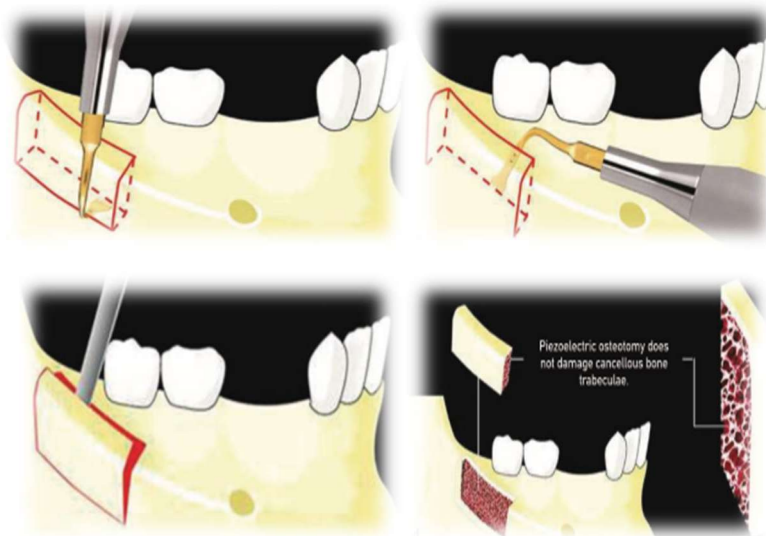
### ➤ Le choix de la zone de prélèvement :

#### A. La zone de prélèvement ramique :

S'étend de la corticale mandibulaire en regard des molaires en avant jusqu'à la branche mandibulaire en arrière est la plus fréquemment utilisée pour le prélèvement d'os, elle fournit suffisamment d'os pour corriger un défaut de crête. Pour aider à évaluer la quantité à prélever, il est important d'évaluer les caractéristiques et les dimensions de la ligne oblique externe dans la région molaire. En appliquant les mesures prises sur le site receveur avec une sonde parodontale, on détermine la meilleure zone pour le site donneur <sup>(63, 81)</sup>.

#### B. La procédure chirurgicale de prélèvement :

Consiste à réaliser une ostéotomie horizontale médialement à la ligne oblique externe jusqu'à obtenir l'épaisseur souhaitée. Il faut tenir compte de la largeur de l'insert OT7, qui est de 0,55 mm qui comporte des encoches sur la lame qui permettent de réaliser l'ostéotomie sur toute la longueur nécessaire. Toujours avec l'insert OT7, les deux ostéotomies horizontales sont effectuées jusqu'à rencontrer la coupe horizontale qui vient d'être réalisée. L'ostéotomie de base est réalisée avec des inserts spéciaux, en angle à gauche et à droite (OT8 L ou R), qui évitent d'endommager la partie profonde du lambeau. Chaque ostéotomie doit atteindre et dépasser le point de croisement avec les autres. De cette façon, une fois la chirurgie piézoélectrique terminée, le bloc monocortical peut être retiré facilement (Figure 64) <sup>(63)</sup>.



**Figure 64: La procédure chirurgicale de prélèvement**

Source: Vercellotti T. *Piezoelectric Bone Surgery: A New Paradigm*2020.



### C. Le prélèvement à la symphyse mentonnière :

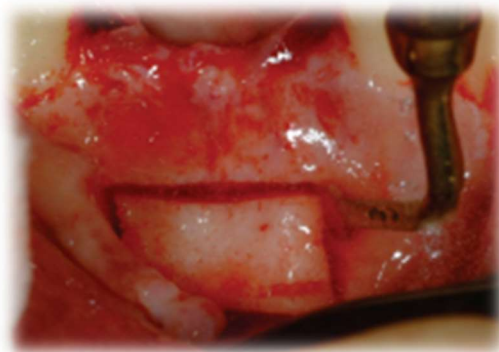
Un autre site donneur, est la symphyse mentonnière en cas d'épaisseur bucco-linguale et de longueur radiculaire limitée des dents antérieures. Cette région anatomique est facilement accessible par voie chirurgicale, mais elle nécessite l'ouverture d'un large lambeau muco-gingival afin d'éviter les conséquences neurologiques qui peuvent en suivre <sup>(63)</sup>.

Les inserts du bistouri piézoélectrique permettent de découper un greffon de profondeur plus importante qu'avec un disque. La transmission des vibrations à travers le greffon permettent un clivage aisé entre le greffon et son site donneur <sup>(82)</sup>.

La piézochirurgie permet d'éviter des lésions sur les tissus mous (pédicules vasculo-nerveux). En général, si peu d'os est nécessaire, il peut être prélevé dans les tori mandibulaires ou dans la zone des tubérosités maxillaires <sup>(60, 63)</sup>.

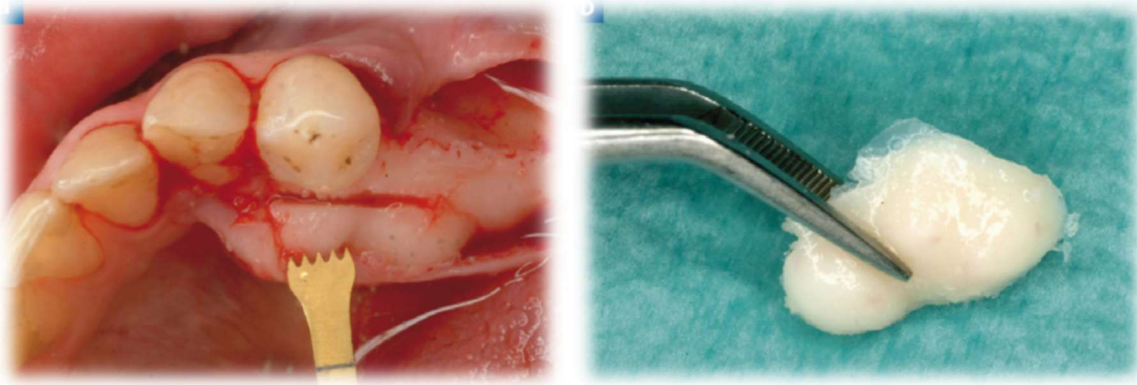
### D. La procédure chirurgicale de prélèvement :

Dans une étude de 2015 analysant le trajet du canal incisif mandibulaire et les conséquences sur le prélèvement osseux symphysaire, Vu et al ont émis quelques modifications dans l'approche chirurgicale conventionnelle afin d'éviter de léser le pédicule incisif. L'ostéotomie ne doit pas excéder 4 mm de profondeur, se situer au minimum 5 mm en avant des foramens mentonniers et à 9 mm des apex dentaires. Le rebord basilaire inférieur doit toujours être préservé afin de conserver la vascularisation périostée et de laisser les parties molles solidaires de l'os. L'incision est arciforme ou en V au fond du vestibule, ou bien intrasulculaire. Le décollement est de pleine épaisseur et s'étend latéralement jusqu'aux foramens mentonniers. L'ostéotomie est réalisée à l'aide d'insert piézoélectrique d'ostéotomie 7 (OT7) Pour le prélèvement de bloc à partir de la symphyse <sup>(83, 84)</sup>.



**Figure 65: Prélèvement symphysaire à l'aide d'inserts piézoélectrique de l'ostéotomie 7 (OT7)**

*Source : Patel AJId. The role of piezosurgery in implant dentistry. 2014;5:1-15.*



**Figure 66: prélèvement d'une exostose dans la zone mandibulaire droite.**

*Source : Peivandi A, Bugnet R, Debize E, Gleizal A, Dohan DJRdSedCM-f. L'ostéotomie piézoélectrique: applications en chirurgie parodontale et implantaire. 2007;108(5):431-40.*

#### **4.5 IMPLICATION DE LA PIEZOCHIRURGIE DANS LA GESTION DU SINUS MAXILLAIRE :**

La plupart des techniques de soulèvement du sinus par ostéotomie utilisant des forêts ou des élévateurs manuels qui présentent un risque de perforation de la membrane de Schneider, il est indispensable que cette membrane reste intacte durant cette étape de soulèvement de sinus afin de permettre au site à implanter de recevoir la greffe osseuse garantir sa stabilité et sa vascularisation et d'assurer la maturation et minéralisation osseuse <sup>(85)</sup>.

La chirurgie piézoélectrique trouve son intérêt dans la préparation de la fenêtre osseuse avec des inserts spécialement conçus (forme arrondie ou aplatie, en forme de scie). L'initiation du décollement de la membrane au niveau des bords de l'ostéotomie se fait classiquement à l'aide d'un insert en forme de « patte d'éléphant » atraumatique qui fonctionne par cavitation en présence d'eau saline pour entamer en toute sécurité l'élévation de la membrane sinusienne (Vercellotti et al. 2001). La procédure est souvent complétée par des curettes ultrasoniques et manuelles poursuivant le décollement de la membrane progressivement jusqu'à la paroi médiale du sinus. Lorsque la paroi latérale du sinus est mince, il est généralement conseillé d'utiliser l'insert rond diamanté pour délimiter la fenêtre osseuse. En présence d'un os vestibulaire épais, il serait plus utile de réduire d'abord l'épaisseur de la paroi grâce à l'insert utilisé pour l'ostéoplastie, puis affiner la fenêtre avec l'insert aplati diamanté. L'os réduit par ostéoplastie peut être récolté et incorporé dans la greffe de sinus <sup>(86)</sup>.

#### **4.6 IMPLICATION DE LA PIEZOCHIRURGIE DANS LA GESTION DU NERF DENTAIRE INFÉRIEUR :**

L'exposition du nerf dentaire inférieur par des instruments rotatifs conventionnels, même en prenant toutes les précautions qui s'imposent, présente toujours un risque de dérapage de la fraise à l'intérieur du tissu nerveux. Dans ce contexte, la méthode piézoélectrique permet une ostéotomie plus sécurisante dans la région du trou mentonnier à l'aide d'ultrasons.

L'utilisation du bistouri ultrasonore permet de coupler le tracé de la tranchée osseuse avec la manœuvre de séparation du bloc osseux de la voie d'accès et de dégagement du nerf alvéolaire inférieur. Le bistouri ultrasonore présente l'avantage de n'avoir de pouvoir de coupe qu'à l'extrémité de sa portion travaillante, ce qui permet de l'utiliser dans les secteurs les plus reculés sans craindre pour l'intégrité des tissus avoisinants. Après l'ostéotomie, la fenêtre osseuse entourant le trou mentonnier est mobilisée et retirée à l'aide de l'instrument piezochirurgical, créant l'accès au nerf exposé.

Il est notamment possible d'élargir l'accès en direction distal, afin d'éliminer les corps étrangers, comme les matériaux d'obturation endodontique qui seraient en contact avec le nerf<sup>(87)</sup>.



### *Problématique :*

La chirurgie endodontique traditionnelle impliquait des instruments de coupe rotatifs composés de différentes fraises au cours de l'ostéotomie. Ces instruments généraient une hausse de chaleur et une pression considérable lors du fraisage osseux qui nécessitaient une grande quantité d'irrigation abondante externe sans négliger le risque d'emphysème engendré par ce type de pièces à main ce qui peut mettre en péril toute acte chirurgical.

Afin de pallier les limites des outils traditionnels, les chercheurs ont mis au point des dispositifs thérapeutiques avancés qui utilisent le principe des microvibrations ultrasonores telle qu'elle est la piézochirurgie pour effectuer des coupes précises et sélectives sur l'os en harmonie avec les tissus environnants.

La connaissance des principales caractéristiques de la coupe piézoélectrique est fondamentale pour comprendre comment la chirurgie osseuse piézoélectrique peut améliorer toutes les interventions chirurgicales osseuses en termes de précision de coupe, de contrôle postopératoire et de cicatrisation tissulaire. La piézochirurgie a fait évoluer la chirurgie osseuse traditionnelle vers la microchirurgie. Le traumatisme mécanique réduit de l'action de coupe et la stimulation par ultrasons entraînent une réponse de cicatrisation tissulaire rapide et intense, qui est cliniquement reconnue comme une morbidité postopératoire réduite.

A partir de ces données nous déduisant la question suivante :

Dans quelle mesure les propriétés des ultrasons piézoélectriques peuvent influencer l'ostéotomie lors de la chirurgie endodontique moderne ??



***CHAPITRE II***  
***MATERIELS ET***  
***METHODES***



### **1. MATERIELS ET METHODES**

#### **1.1 TYPE DE L'ETUDE**

Il s'agit d'une étude prospective interventionnelle comparant à sept mois la performance de la technique de piézochirurgie sur l'ostéotomie après chirurgie endodontique, contrôlée par la cicatrisation et la régénération osseuse mesurée sur le plan clinique et radiologique à des patients présentant les indications de la chirurgie endodontique.

#### **1.2 OBJECTIF PRINCIPAL :**

Evaluation de la technique de piézochirurgie sur l'ostéotomie lors de la chirurgie endodontique

#### **1.3 POPULATION DATE ET LIEU D'ETUDE**

Cette étude a été conçue comme un essai clinique concernant les patients qui se sont présentés en consultation au niveau du service pathologie et chirurgie bucco-dentaire de Tlemcen durant l'année universitaire 2020/2021. Totalement, six patients ont été sélectionnés selon les critères d'inclusion et d'exclusion. Le choix de l'échantillon a été fait sans distinction du sexe.

L'étude a été menée au sein du service de pathologie et chirurgie bucco-dentaire Tlemcen entre Janvier 2021 et Août 2021.

##### **1.3.1 CRITERES D'INCLUSION**

L'étude a intéressé des patients présentant :

- Des dents présentant ou non une lésion périradiculaire d'origine endodontique
- Des dents présentant une anatomie endodontique complexe.
- Dents avec une obturation canalaire défailante
- Dents immatures après échec de la thérapeutique d'apexification.
- Dents antérieures avec une résorption radiculaire externe.
- Fractures radiculaires apicales.
- En cas de dépassement de matériaux d'obturation canalaire.
- En cas de retraitement endodontique inaccessible par voie orthograde.
- Des dents à proximité des éléments anatomiques

### 1.3.2 CRITERES DE NON INCLUSION

Des patients présentant :

- Présence des lésions maxillaires d'origine non endodontique
- Fractures radiculaire moyennes ou cervicales ou obliques.
- Présence d'une résorption radiculaire externe avancée.
- Patients avec un profil parodontal défavorable
- Une allergie aux produits utilisés dans le protocole
- Une maladie à haut risque (contre-indication absolue à la chirurgie).

### 1.3.3 CRITERES D'EXCLUSION

Nous avons exclu de notre échantillon tous patients présentant :

- Une maladie générale.
- Patients non coopérant.

### 1.4 OUTCOMES (CRITERES DE JUGEMENT)

Les résultats sont jugés par la mesure des critères suivants :

- Signes cliniques et symptomatologique
- Cicatrisation osseuse, ligamentaire et qualité de l'obturation rétrograde visible à la radiographie
- Cicatrisation muqueuse
- Sensibilité à la palpation du fond de vestibule
- Mobilité dentaire
- Récession gingivale

## 1.5 MATERIELS

- Pour l'examen clinique, on avait besoin d'un :



**Figure 67:** Haricot, tambour et plateau de consultation



**Figure 68:** Gant chirurgical



**Figure 69:** Masque KN95

*Source : CHU- Tlemcen, service de pathologie et chirurgie bucco-dentaire*



**Figure 70:** Champ opératoire



**Figure 71:** Friljet



**Figure 72:** Ecarteur dentaire

*Source : CHU- Tlemcen, service de pathologie et chirurgie bucco-dentaire*



**Figure 73:** Radiographie rétro alvéolaire



**Figure 74:** Cliché rétro alvéolaire auto développement

*Source : CHU- Tlemcen, service de pathologie et chirurgie bucco-dentaire*

**Instrumentation, pour la chirurgie endodontique :**

**•Plateau de travail :**



**Figure 75: (aiguille/carpules)  
d'anesthésie, seringue  
métallique**



**Figure 76: Plateau de  
travail qui contient :  
Précelle-miroir –sonde –  
spatule-excavateur**

*Source : CHU- Tlemcen, service de pathologie et chirurgie bucco-dentaire*

**Plateau chirurgical**



**Figure 77: Plateau chirurgical contenant de gauche à droite : Sonde parodontale,  
Précelle cran-caplan, manche de bistouri portant une lame N°15, décolleur de Prichard,  
décolleur de Molt, écarteur, curette chirurgicale, curette deMolt, curette parodontale**

*Source : CHU- Tlemcen, service de pathologie et chirurgie bucco-dentaire*



**Figure 78: Fraises pour ostéotomies et résection apicale (de gauche à droite : , 02 fraises de Lindemann, une fraise boule, une fraise Zekrya chirurgicale)**



**Figure 79: Contre angle et turbine**

*Source : CHU- Tlemcen, service de pathologie et chirurgie bucco-dentaire*



**Figure 80: système d'aspiration**



**Figure 81: seringue**

*Source : CHU- Tlemcen, service de pathologie et chirurgie bucco-dentaire*





**Figure 82: Pièce à main piézoélectrique**



**Figure 83: Inserts piézoélectriques**

*Source : CHU- Tlemcen, service de pathologie et chirurgie bucco-dentaire*

**Instrumentation pour préparation :**



**Figure 84: Inserts ultrasoniques, pièce à main ultrasonique.**

*Source : CHU- Tlemcen, service de pathologie et chirurgie bucco-dentaire*



Pour l'obturation :



**Figure 85: Plateau d'obturation à rétro qui contient (de gauche à droite : Condensateurs, Mini-miroir, Mini-spatule, Mini-Fouloir, Mini-Brunissoir et Spatule à bouche)**



**Figure 86: Plaque de verre et spatule de malaxage**

*Source : CHU- Tlemcen, service de pathologie et chirurgie bucco-dentaire*

Matériau utilisé dans l'obturation à rétro :



**Figure 87: Biocéramique (Rootdent)**

*Source : CHU- Tlemcen, service de pathologie et chirurgie bucco-dentaire*

Matériels de Suture :



Figure 88: Pince porte aiguille, ciseau coupe fil

Source : CHU- Tlemcen, service de pathologie et chirurgie bucco-dentaire



Figure 89: Fil de suture N°05

Source : CHU- Tlemcen, service de pathologie et chirurgie bucco-dentaire

### 1.6 Méthodes

#### 1.6.1 Déroulement de l'étude

Un **examen clinique** bien détaillé a été réalisé pour tous les patients répondant à nos critères, et reporté sur des fiches cliniques individuelles « annexe 1 ». Comprenant l'anamnèse, l'interrogatoire médical, l'examen exo et endobuccal. L'état pulpaire et péri-radicaire a été évalué par un test de percussion, palpation, et le test de sensibilité pulpaire au froid.

Des examens radiographiques périapicaux ont été réalisés en utilisant des clichés rétro-alvéolaires préopératoires, panoramique dentaire, cône Beam et scanner dentaire ont été demandés.

Tout ceci nous a permis de déterminer la présence d'une indication précise de la chirurgie endodontique et l'absence des risques d'échec ou des complications.

#### **Les bilans :**

- Bilans biologiques : FNS complète et Glycémie à jeun.
- Bilans d'hémostase : TP/TCK
- Bilans sérologiques : HIV, HCV, HBV (systématiques) et VLDR, IDR à la tuberculose (facultatifs)

Un **consentement libre et éclairé** « annexe 2 » a été demandé à tout patient programmer à la chirurgie endodontique s'il est adulte, et auprès de chaque tuteur pour les jeunes patients.

Le consentement libre et éclairé doit informer sur :

- Le protocole opératoire.
- Risques et inconvénients éventuels : tuméfaction, douleur persistance, poussé de la dent vers l'extraction.

#### **Protocole opératoire**

##### **Dans un premier temps**

Avant de commencer la chirurgie endodontique, la désinfection du fauteuil doit être réalisée, le matériel chirurgical utilisé pour chaque étape doit être préparé et posé dans un chariot proche au praticien ainsi que le matériau d'obturation rétrograde disponible à l'utilisation dans cette séance. Le patient doit être préparé, installé au fauteuil.

Le champ opératoire et l'ouvre bouche en place.

Une anesthésie périapicale avec vasoconstricteur est réalisée tout au long du champ opératoire pour assurer un confort et une hémostase opératoire.

On commence l'incision intra ou extra sulculaire à l'aide d'une lame de bistouri n°15 en regard de la dent distale par rapport à la dent a traité, allant jusqu'à la dent en mésiale de celle-ci et parfois plus s'il y a une difficulté de visualisation, puis une incision verticale de décharge mésiale sera effectuée. Le décollement commence au niveau de l'incision de décharge à l'aide de décolleur de Molt et en allant vers le coté distal en gardant un contact osseux pour permettre une bonne cicatrisation par la suite, il s'agit d'un lambeau en pleine épaisseur, l'aspiration est faite au fur et à mesure de chaque étape pour permettre un bon éclairage ainsi que l'hémostase si celui-ci est nécessaire.

Lambeau est décollé et écarté par un écarteur.

-Dans le temps d'ostéotomie, on utilise l'insert piézoélectrique sous irrigation abondante au sérum physiologique pour éviter l'échauffement de l'os

-Une fois la trépanation osseuse est effectuée, un supplément d'anesthésie de la lésion apicale directe est réalisé pour réduire la sensibilité et le saignement en cas de présence de lésion péri apicale.

-Le curetage de la lésion et élimination de dépassement de la pâte si il est présent en utilisant une curette chirurgicale et un excavateur bien affuté.

-La résection de l'apex se fait à l'aide d'une fraise Zekrya-endo montée sur turbine et sous irrigation abondante, l'étendue de la résection est proportionnelle au cas clinique présent (selon l'étendue de la coudure apicale, la résorption externe, stade d'édification radiculaire...).

-Une bonne hémostase doit être effectuée avec une compresse et une compression du site opératoire

-L'inspection de la résection est effectuée avec un mini miroir.

-La préparation canalaire à rétro est pratiquée avec des inserts ultrasoniques montées sur pièce à main en préparant trois millimètre de longueur canalaire au minimum sous irrigation abondante.

-Le matériau d'obturation à retro est préparé sur une plaque de verre stérile à l'aide d'une spatule à malaxé.

-Le transport du matériau rétrograde est effectué avec une spatule à bouche.

-La condensation du matériau est réalisée avec un fouloir de condensation rétrograde, une rétro-alvéolaire per-opératoire est effectuée pour contrôler l'étanchéité de l'obturation.

Tous les patients ont bénéficié d'une obturation canalaire à rétro avec la Biocéramique préparé dans la même séance de la chirurgie.

-Le repositionnement du lambeau est fait en faisant attention à toute traction pour éviter sa déchirure avec une compression, le premier point de suture est un point en « O » doit être au

niveau du sommet de l'incision de décharge pour faciliter les autres points par la suite, les points au niveau de l'incision horizontale sont des points de matelassez verticales ou des points en O, le dernier point est au niveau de l'incision verticale (point en O).

### **Dans un deuxième temps**

Des conseils poste opératoire doivent être donnés au patient et à l'accompagnateur du patient si celui-ci est mineur, et une prescription postopératoire d'un ATB, corticoïdes en injectables, AINS et d'un Antalgique est donné au malade systématiquement avec un rendez-vous du premier contrôle deux semaines après la chirurgie.

**Dans un troisième temps :** Un suivi clinique et radiologique est instauré à deux semaines, un mois, 3 mois et 6 mois.

**Analyse statistique utilisée :** Les fiches cliniques ont été saisies sur une base de données informatique (IBM SPSS v21). Les données ont été analysés en utilisant IBM SPSS Statistique v21 et Excel Microsoft Office 2016

### **1.6.2 Cas clinique :**

Le patient B.S âgée de 41 ans en bonne santé s'est présenté au service de pathologie et chirurgie bucco-dentaire en février 2021 suite à un motif de consultation douloureux. A l'examen clinique, le patient présentait une tuméfaction douloureuse et rougeâtre au niveau de la muqueuse vestibulaire maxillaire gauche antérieurement. Selon le patient, la 22 a fait des abcès récurrents et elle est extraite par la suite avec difficultés. Le test de sensibilité au niveau du 21 et 23 était négatif. Les percussions axiales sur 21 et 23 étaient positives, la palpation sur ce site était douloureuse. L'examen radiographique a révélé la présence d'un fragment dentaire résiduel de la 22 incliné qui touche la racine de la 21 obturée et une radio clarté modérée qui englobe le 1/3 apicale de la 21 et ce fragment dentaire touche la racine du 23 qui présente une résorption radiculaire externe mésialement.

Le diagnostic posé est : **Catégorie IV de Baume.**

### **Etapes cliniques :**

#### **Première séance (préopératoire):**

- Prise d'une radio retro-alvéolaire préopératoire.
- Réalisation du test de vitalité.
- Percussions axiales, transversales et palpation du fond de vestibule.
- demande des radios : panoramique dentaire, cône beam
- traitement endodontique adéquat sur la 23

-Demande des bilans : biologique (FNS, Glycémie), d'hémostase (TP/TCK), sérologique (HIV, HBV, HCV).

### **Etape chirurgicale :**

-Préparation du matériel et matériau.

-Préparation de la patiente : consentement éclairé, préparation psychique et explication de la procédure chirurgicale, installation au fauteuil, champ opératoire et mis en place de l'ouvre bouche.

-Anesthésie péri apicale

-Incision et décollement du lambeau intra-sulculaire

-Ostéotomie tout en réalisant deux fenêtres osseuses/ Irrigation au sérum physiologique.

-Curetage de la lésion au niveau de site 21-23

-Elimination du fragment dentaire fracturé

-Hémostase.

-Résection apicale de la 21 et 23

-Préparation canalaire à rétro de la 21 et 23

-Obturation canalaire rétrograde avec Biocéramique

-Radio rétro-alvéolaire per-opératoire pour vérifier l'étanchéité de l'obturation.

-Repositionnement du lambeau et sutures.

-radio rétro-alvéolaire postopératoire

-Prescription médicamenteuse et conseils postopératoire.



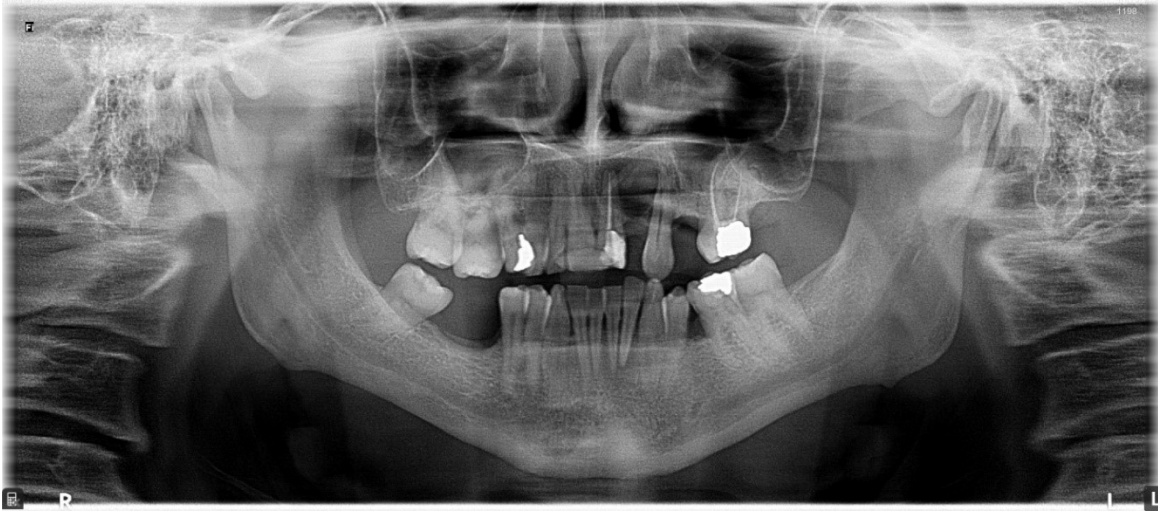


Figure 90 : Radio panoramique dentaire du patient



Figure 91 : Radio cône beam montrant une coupe sagittale de l'étendue de la lésion

*Source : CHU- Tlemcen, service de pathologie et chirurgie bucco-dentaire*

Les différentes étapes suivies durant la chirurgie endodontique chez le patient B.S âgée de 41 ans



(a) Etat clinique initial du patient avant la chirurgie



(b) Radiographie préopératoire de la 21 et de la 23

*Source : CHU- Tlemcen, service de pathologie et chirurgie bucco-dentaire*



(c) Anesthésie



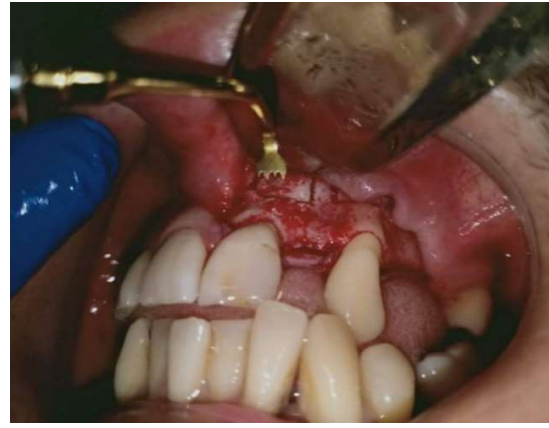
(d) Incision du lambeau intra-sulculaire

*Source : CHU- Tlemcen, service de pathologie et chirurgie bucco-dentaire*





**(e) Lambeau intra-sulculaire décollé**



**(f) Ostéotomie à l'insert piézoélectrique  
Bone Surgery TITANE N°US1R**

*Source : CHU- Tlemcen, service de pathologie et chirurgie bucco-dentaire*

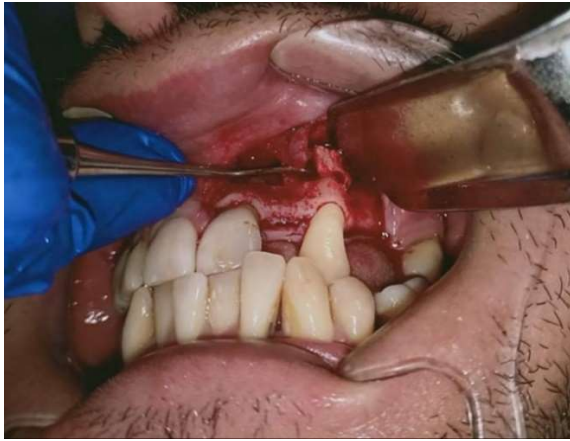


**(g) Ostéotomie à l'insert piézoélectrique  
Bone Surgery TITANE N°US1**



**(h) Elévation de la 1ère paroi osseuse**

*Source : CHU- Tlemcen, service de pathologie et chirurgie bucco-dentaire*



**(i) Elévation de la 2<sup>ème</sup> paroi osseuse**



**(j) le sérum physiologique**

*Source : CHU- Tlemcen, service de pathologie et chirurgie bucco-dentaire*



**(k) Curetage de la lésion**



**(l) Pièce opératoire**

*Source : CHU- Tlemcen, service de pathologie et chirurgie bucco-dentaire*



**(m) Résection apicale de la 21 et la 23**



**(n) Préparation canalaire aux ultrasons**

*Source : CHU- Tlemcen, service de pathologie et chirurgie bucco-dentaire*



(o) Malaxage de la biocéramique



(p) Obturation a rétro avec la biocéramique

*Source : CHU- Tlemcen, service de pathologie et chirurgie bucco-dentaire*



(q) Radio peropératoire



(r) Repositionnement de la 1<sup>ère</sup> paroi osseuse

*Source : CHU- Tlemcen, service de pathologie et chirurgie bucco-dentaire*



(s) Repositionnement de la 2<sup>ème</sup> paroi osseuse



(t) Repositionnement du lambeau et suture

**Figure 90 : de (a) à (t) Les différentes étapes suivies durant la chirurgie endodontique chez le patient B.S âgé de 41 ans**

*Source : CHU- Tlemcen, service de pathologie et chirurgie bucco-dentaire*



### Troisième séance (premier contrôle) :

Après 2 semaines de la procédure chirurgicale, le patient s'est présenté pour le premier contrôle. L'évaluation clinique : on a inspecté une bonne cicatrisation muqueuse LHI=3, sans signes cliniques ou symptomatologique.

Evaluation radiologique : une rétro alvéolaire postopératoire a mis en évidence une radioclarité osseuse en apical de la 21 et la 23 provoquée par le curetage, une discontinuité de la lamina dura, un espace desmodontal large, et radio-opacité au niveau canalaire stable et étanche reflétant l'obturation canalaire à rétro avec la biocéramique.

- L'ablation du fil de suture est faite, et prise de photos.

### Quatrième séance (deuxième contrôle)

Un mois après la procédure chirurgicale, le patient s'est présenté pour son deuxième contrôle, l'examen clinique et radiologique a mis en évidence une très bonne cicatrisation muqueuse avec un LHI=4 et une amélioration de la cicatrisation osseuse après prise d'une radiographie

### Cinquième séance (troisième contrôle)

Trois mois après, un troisième contrôle clinique et radiologique montre une excellente cicatrisation muqueuse avec LHI=5 et une amélioration de la cicatrisation osseuse montrant une diminution du diamètre de la lésion osseuse péri apicale.

### Les trois contrôles cliniques et radiologiques du patient B.S âgé de 41 ans :



(a) Contrôle clinique après deux semaines



(b) Contrôle radiologique après deux semaines

Source : CHU- Tlemcen, service de pathologie et chirurgie bucco-dentaire



(c) Contrôle clinique après 1 mois



(d) Contrôle radiologique après 1 mois

*Source : CHU- Tlemcen, service de pathologie et chirurgie bucco-dentaire*



(e) Contrôle clinique après 2 mois



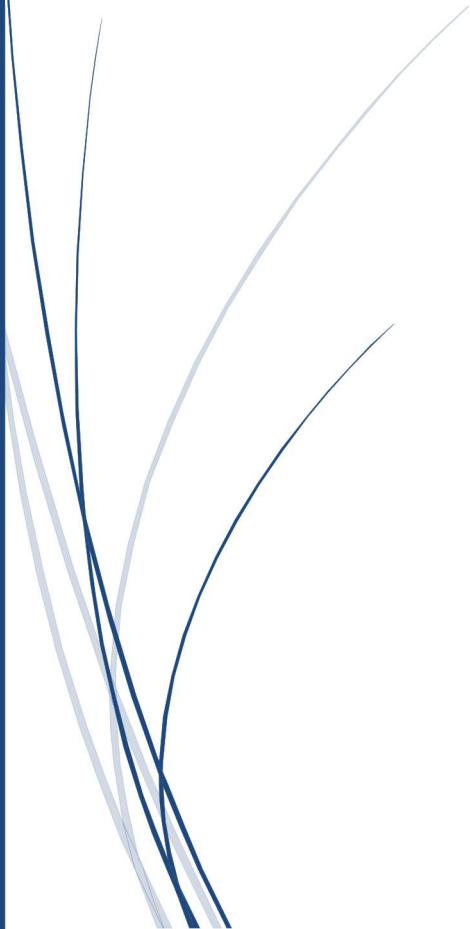
(f) Contrôle radiologique après 2 mois

**Figure 91: de (a) à (f) Les différentes étapes suivies durant la chirurgie endodontique chez le patient B.S âgé de 41 ans**

*Source : CHU- Tlemcen, service de pathologie et chirurgie bucco-dentaire*

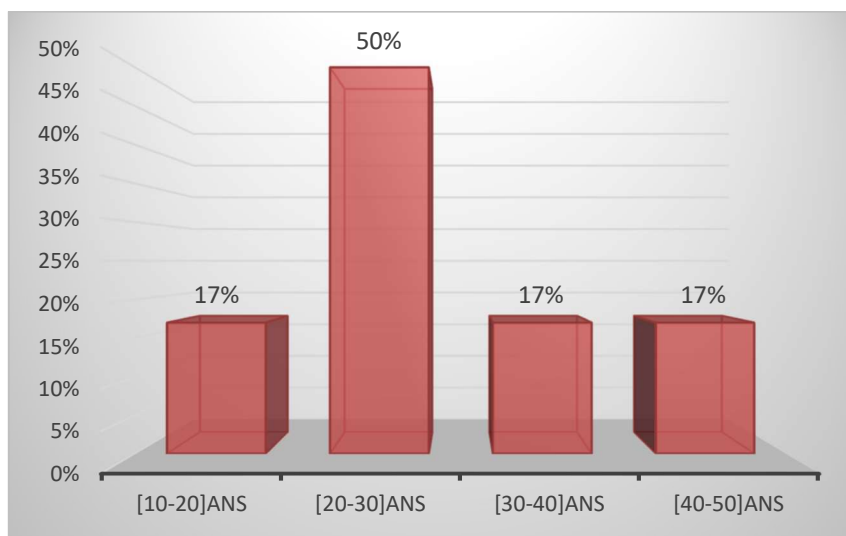


*CHAPITRE III*  
*RESULTATS*



## 1. ETUDE DESCRIPTIVE DE L'ÉCHANTILLON

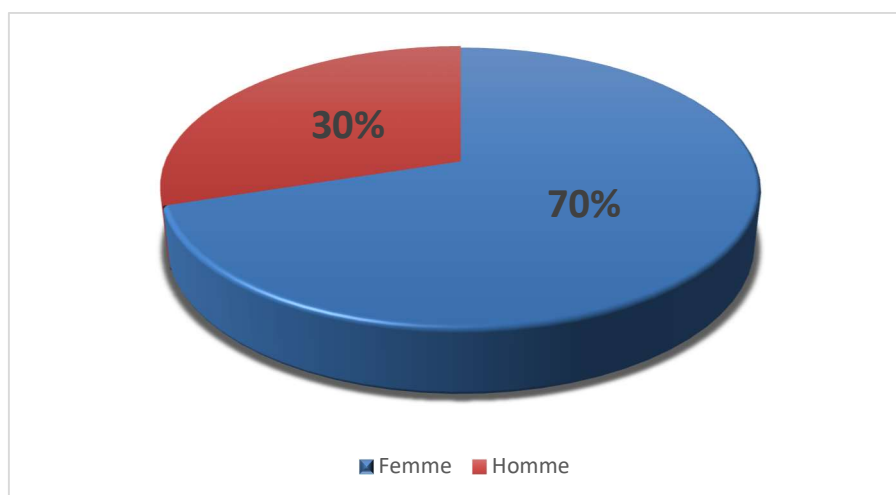
### 1.1 RÉPARTITION DES PATIENTS SELON L'ÂGE :



**Figure 92: Répartition de la population traitée selon de l'âge.**

Dans notre série, la tranche d'âge de 20 à 30 ans représente la moitié de l'échantillon (une fréquence de 50%), alors que les patients âgés de 10 à 20 ans, 30 à 40 ans et ceux âgés de 40 à 50 ans présentent 17 % de la population totale (Fig 92).

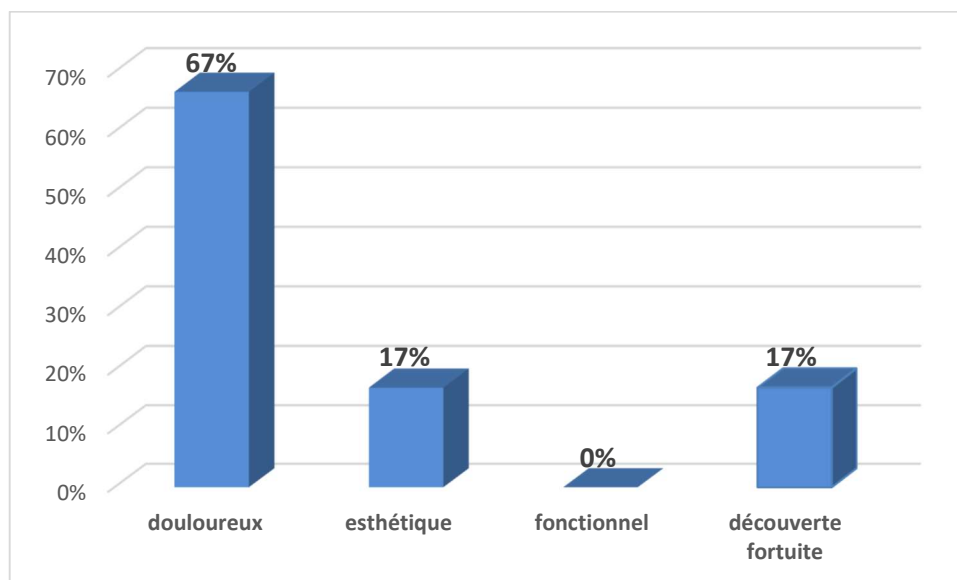
### 1.2 REPARTITION DES PATIENTS SELON LE SEXE :



**Figure 93: Répartition des patients selon le sexe**

Dans notre échantillon, 70% de femmes ont été prises en charge par rapport à 30 % des hommes avec un sexe ratio de 2,33.

### 1.3 REPARTITION DES PATIENTS SELON LE MOTIF DE CONSULTATION

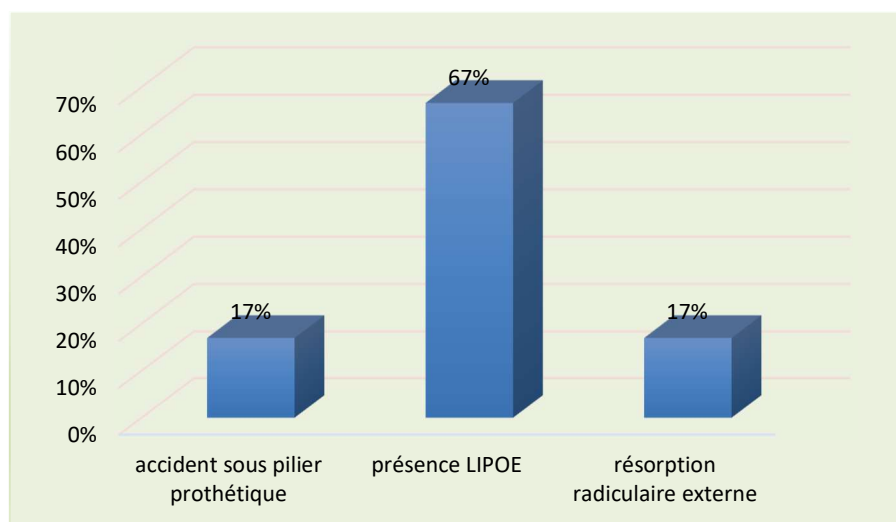


**Figure 94: répartition des patients selon le motif de consultation**

On note que la majorité des patients ont consulté pour un motif douloureux (67% de l'échantillon), suivi par 17% lié à un motif esthétique ainsi 17% dû à une découverte fortuite. Pas de consultation pour un motif fonctionnel.



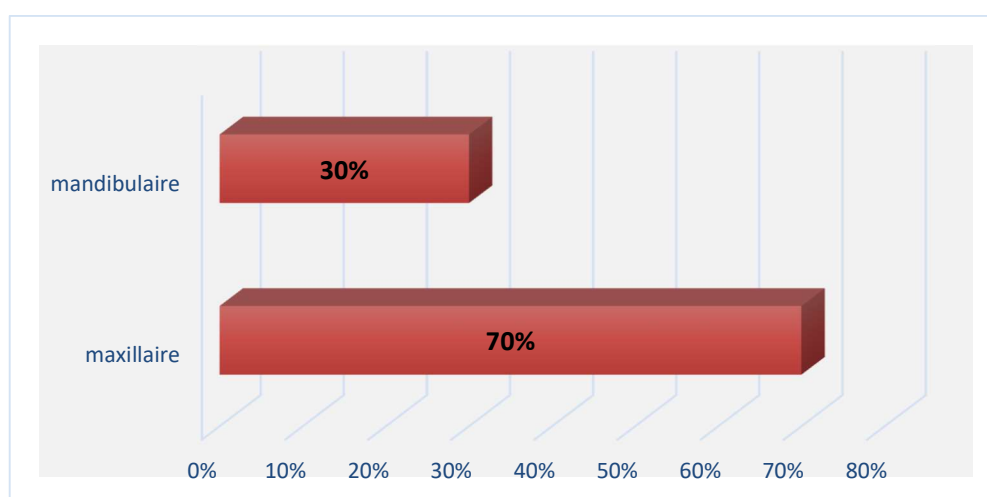
#### 1.4 REPARTITION DES PATIENTS SELON L'INDICATION DE LA CHIRURGIE ENDODONTIQUE :



**Figure 95: Répartition des patients selon l'indication de la chirurgie endodontique**

Nous constatons à partir de figure ci-dessus, que l'indication la plus fréquente de la chirurgie endodontique est la présence d'une LIPOE (67%), et que le reste des indications partagent la même fréquence (17%) : Accident sous pilier prothétique, résorption radiculaire externe.

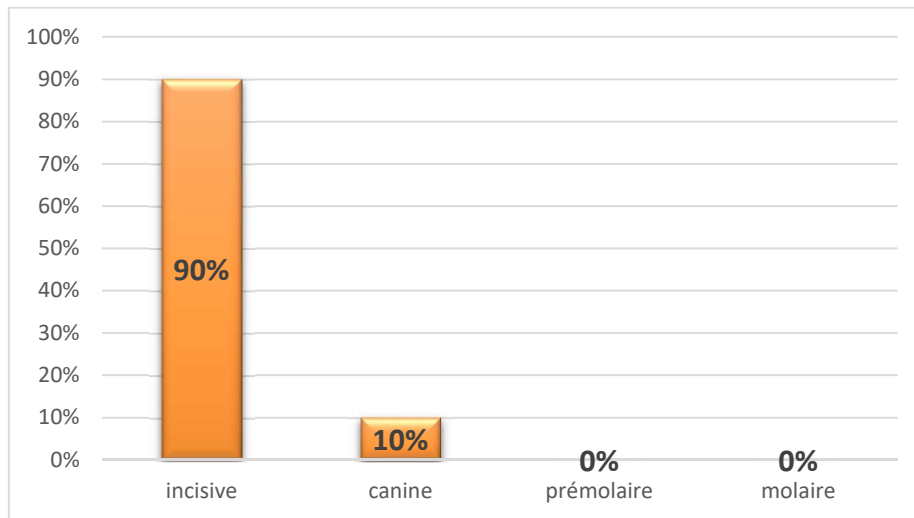
#### 1.5 REPARTITION DES DENTS RESEQUÉES SELON LA SITUATION ANATOMIQUE :



**Figure 96: Répartition des dents résequées selon la situation anatomique maxillaire ou mandibulaire**

Nous retrouvons un taux de traitement des dents maxillaires largement supérieur à celui des dents mandibulaires (Fig.96)

## 1.6 REPARTITION DES DENTS RESEQUÉES SELON LA LOCALISATION SUR ARCADE

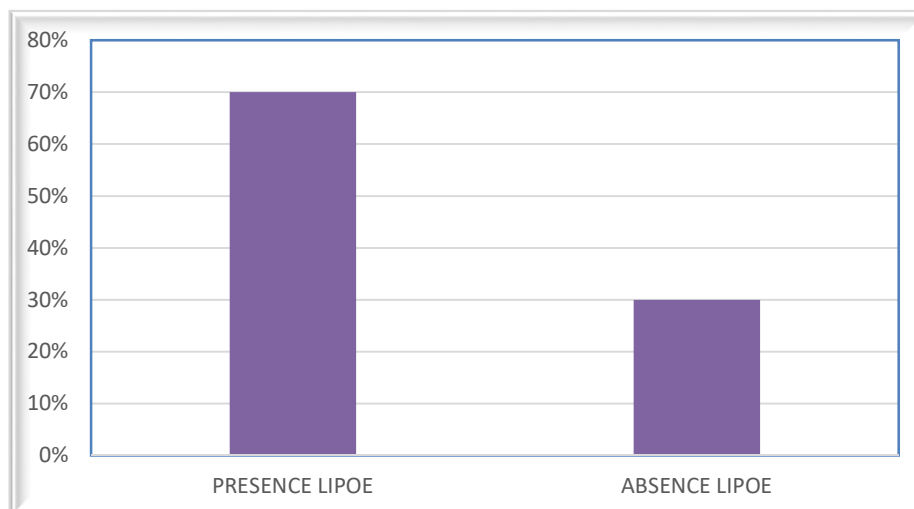


**Figure 97: Répartition des dents résequées selon la localisation sur l'arcade**

Sur les 10 dents sélectionnées pour l'étude et contrôlées, nous avons :

- 9 incisives soit 90%
- 1 canine soit 10%

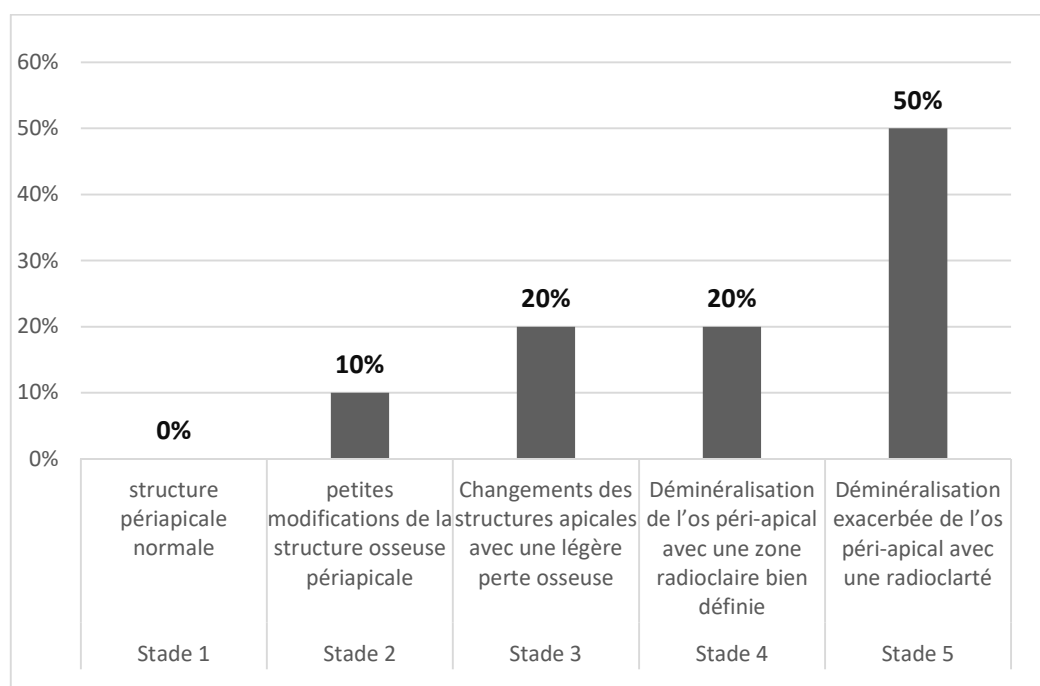
## 1.7 REPARTITION DES PATIENTS SELON LA PRESENCE OU NON D'UNE LIPOE :



**Figure 98 : Répartition des patients selon la présence ou non d'une LIPOE**

La figure ci-dessus montre que la majorité des patients présentent une LIPOE avec une fréquence de 70%, tandis que les patients qui ne présentent pas une LIPOE ont une fréquence de 30% (Fig.98)

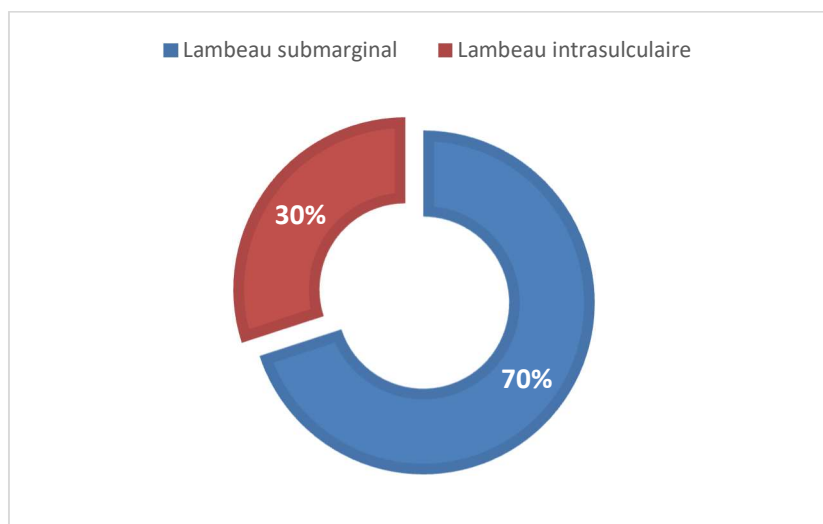
### 1.8 REPARTITION DES DENTS RESEQUÉES SELON L'INDICE PERI APICALE D'OSRTAVIK EN PRE OPERATOIRE :



**Figure 99: Répartition des dents reséquées selon l'indice péri apicale d'Osrtavik en pré opératoire**

Nous constatons que 50% des dents reséquées présentent une lésion périapicale du stade 5 d'OSTRAVIK. Le stade 3 et le stade4 d'ORSTAVIK présente chacun une fréquence de 20%, alors que le stade2 d'OSTRAVIK est de 10% outre le stade 1 est quasi nulle.

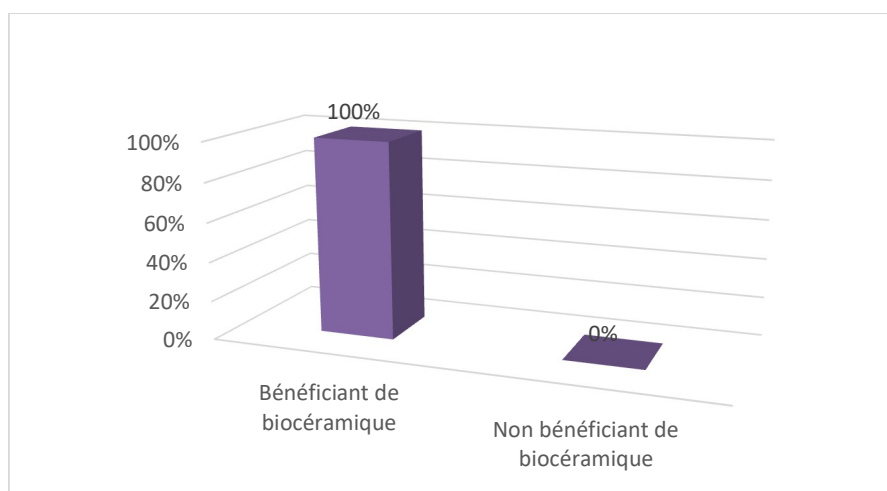
### 1.9 RÉPARTITION DES PATIENTS EN FONCTION DU LAMBEAU UTILISÉ AU COURS DE LA CHIRURGIE ENDODONTIQUE :



**Figure 100 : Répartition des patients en fonction du lambeau utilisé au cours de la chirurgie**

Dans notre échantillon, on a utilisé deux types de lambeaux qui sont le lambeau submarginal avec une fréquence de 70%, et le lambeau intrasulculaire qui présente une fréquence de 30%. (Fig.100)

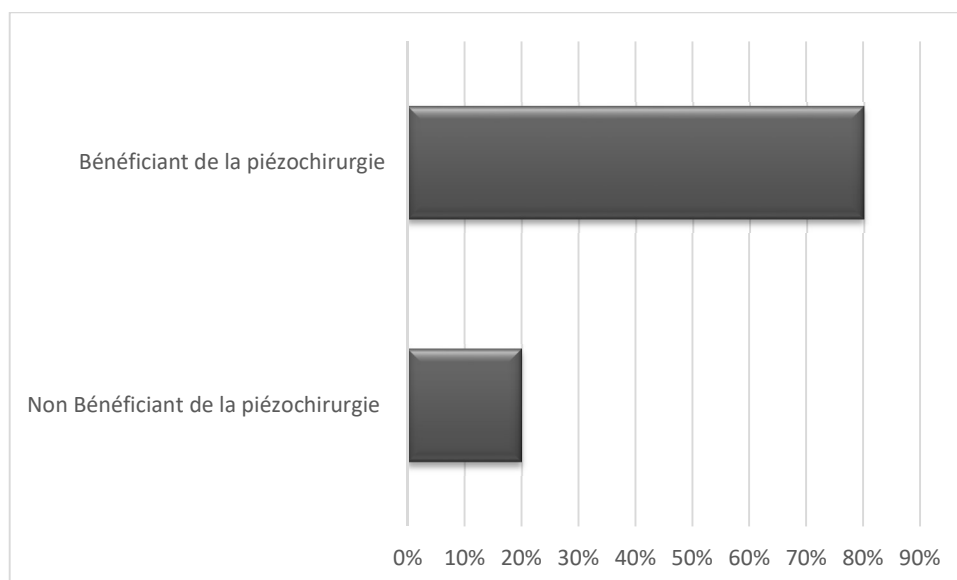
### 1.10 RÉPARTITION DES PATIENTS BÉNÉFICENTS OU NON DE LA BIOCÉRAMIQUE POUR OBTURATION RETROGRADE



**Figure 101: Répartition des patients bénéficiant ou non de la biocéramique pour obturation rétrograde**

Tout notre échantillon de patients a bénéficié d'une obturation à rétro avec la biocéramique.

**1.11 PATIENT AYANT BENEFICIES DE LA PIEZOCHIRURGIE :**

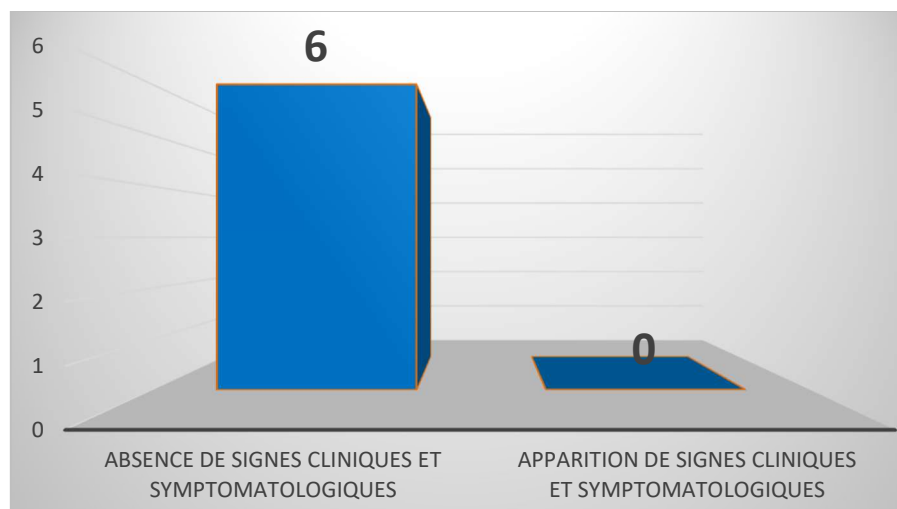


**Figure 102: Répartition des patients bénéficient ou non de la piézochirurgie**

80% de notre échantillon de patients a bénéficié de la piézochirurgie alors que 20% n'a pas bénéficié de la piézochirurgie

## 2. Etude Analytique et comparative de l'échantillon

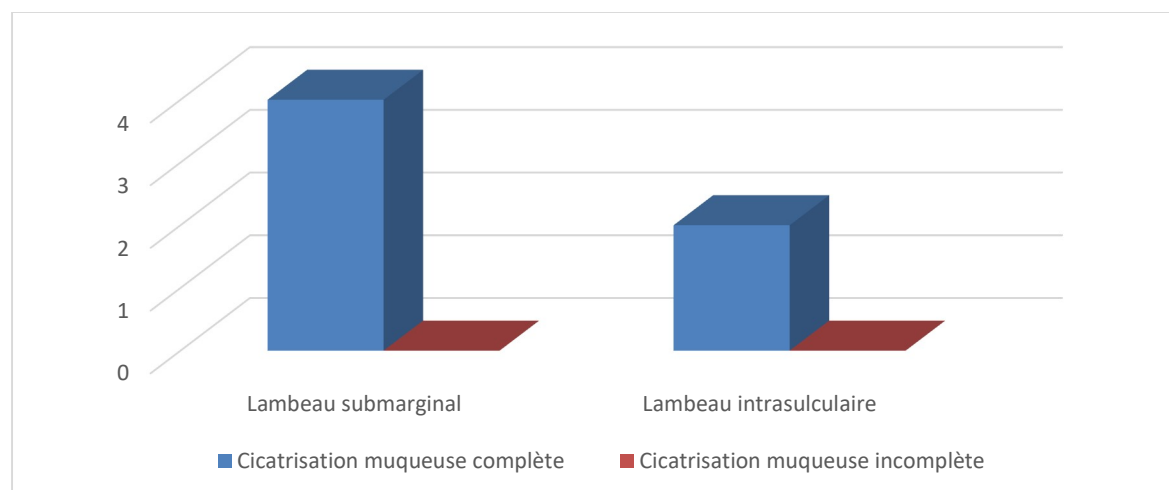
### 2.1 Répartitions des résultats en fonction des signes cliniques et symptomatologie après chirurgie endodontique :



**Figure 103: Répartitions des résultats en fonction des signes cliniques et symptomatologie après la chirurgie endodontique**

Nous avons remarqué que la totalité des sujets traités ne présente aucun signe clinique ou symptomatologie.

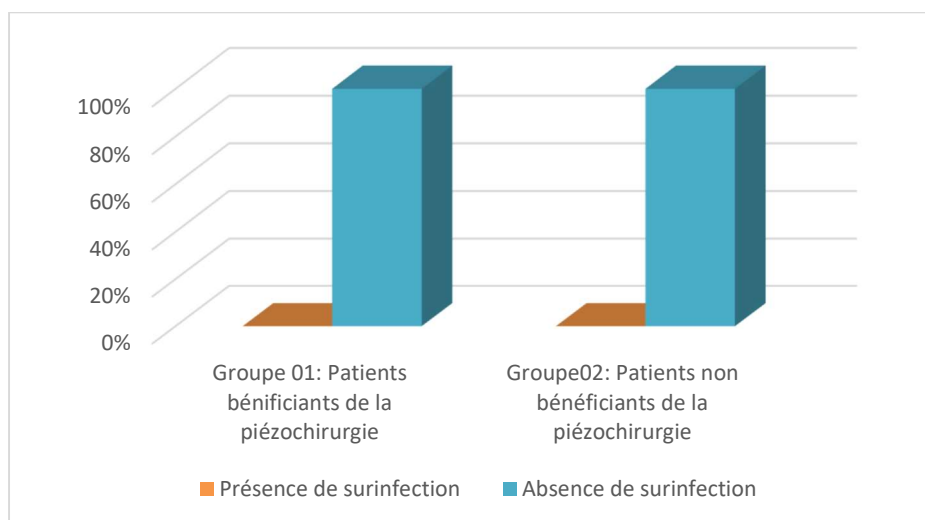
### 2.2 Répartitions des résultats en fonction de cicatrisation muqueuse post-chirurgicale :



**Figure 104: Répartitions des résultats en fonction de la cicatrisation muqueuse post-chirurgicale**

D'après le diagramme ci-dessus, tous les patients ayant une cicatrisation muqueuse complète (Figure : 104)

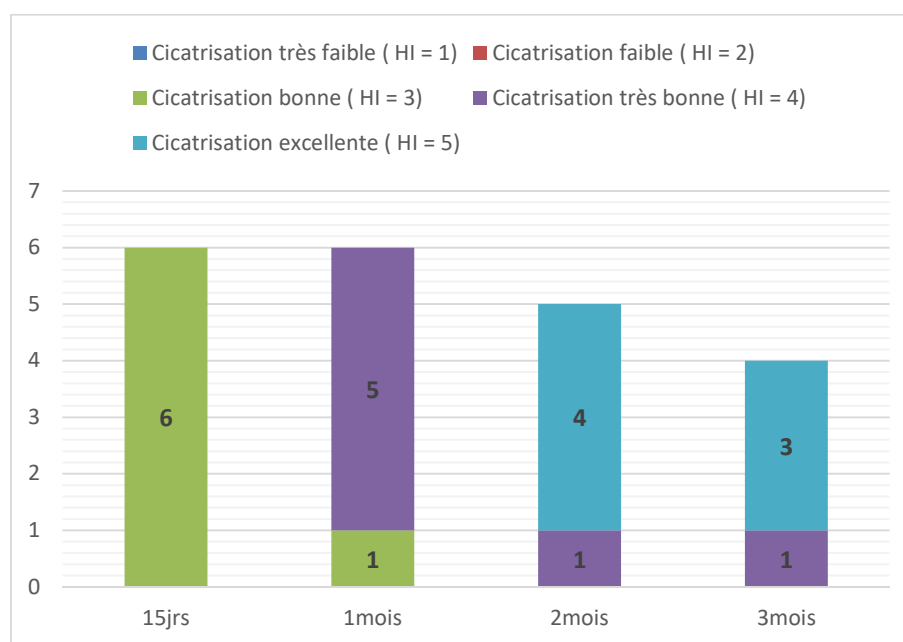
### 2.3 REPARTITION DES RESULTATS EN FONCTION DE PRESENCE OU D'ABSENCE DE SIGNES DE SURINFECTION (ÉCOULEMENT DU PUS, FIEVRE, FATIGUE) SELON LE GROUPE DE PATIENTS



**Figure 105: Répartition des résultats en fonction de présence ou d'absence des signes de surinfection (écoulement de pus, fièvre, fatigue) selon les groupes de patients**

Dans la figure ci-dessus, on note l'absence des signes de surinfection pour tous les groupes de patients.

## 2.4 REPARTITION DES RESULTATS DE CICATRISATION MUQUEUSE EN FONCTION DE LA DUREE



**Figure 106: Répartition des résultats de cicatrisation muqueuse en fonction de la durée**

Dans la figure ci-dessus, au bout de deux semaines, la totalité des patients de l'échantillon présentent une cicatrisation muqueuse bonne (HI=3).

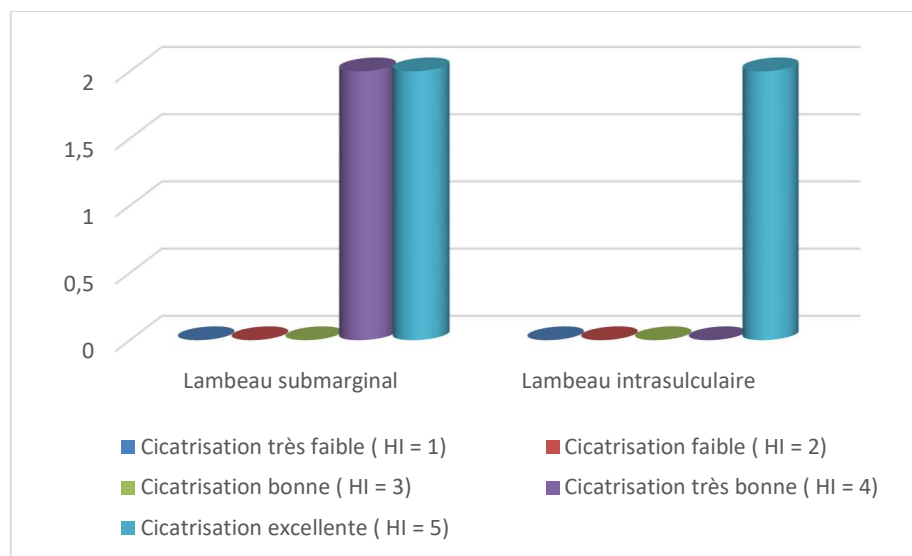
Après un mois, on note une nette amélioration. La majorité des patients de l'échantillon possèdent une cicatrisation muqueuse très bonne (HI=4) sauf une patiente qui présente une cicatrisation bonne (HI=3).

Au bout de 2 mois, 4 patients de l'échantillon possèdent une cicatrisation muqueuse excellente (HI=5) sauf une patiente qui présente une cicatrisation très bonne (HI=4).

Après 3 mois de l'intervention 3 patients ont une cicatrisation muqueuse excellente tandis qu'un patient présente une cicatrisation très bonne



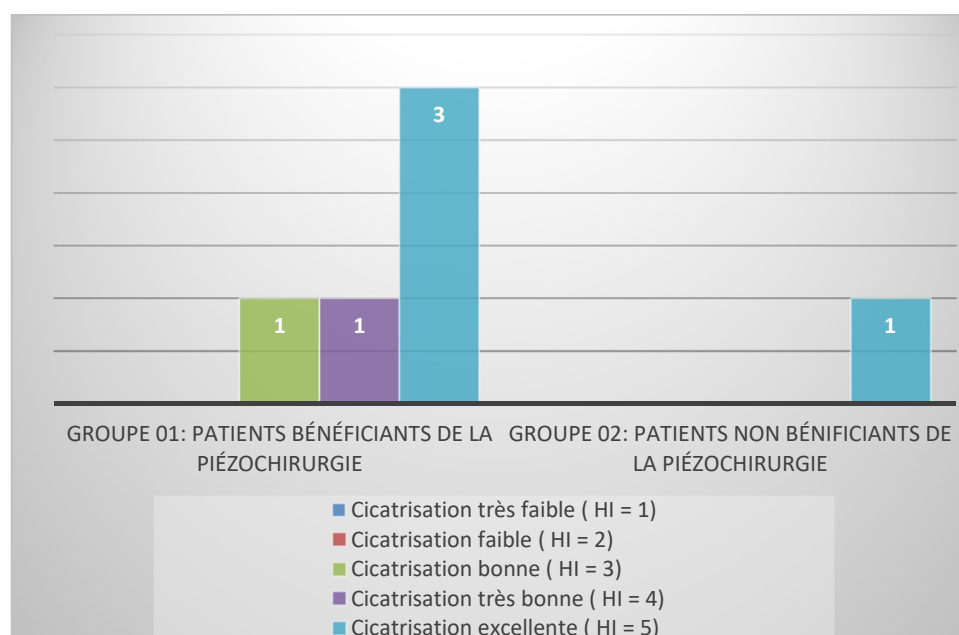
## 2.5 REPARTITION DES RESULTATS DE CICATRISATION MUQUEUSE EN FONCTION DU LAMBEAU UTILISE SELON L'INDICE DE CICATRISATION DE LANDREY HI



**Figure 107: Répartition des résultats de cicatrisation muqueuse en fonction de lambeau utilisé selon l'indice de Landrey HI**

La figure ci-dessus montre que pour tous les patients qu'on a réalisé un lambeau intrasulculaire, on a eu une cicatrisation muqueuse excellente (Indice HI de LANDREY =5), en ce qui concerne le lambeau submarginal la moitié des patients ont eu une cicatrisation muqueuse excellente, la moitié qui reste ont obtenu une très bonne cicatrisation muqueuse (Indice HI de LANDREY = 4).

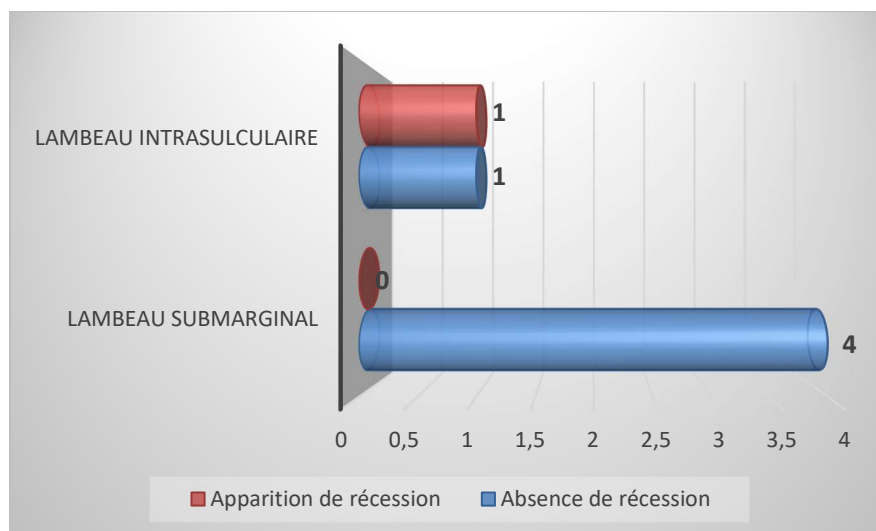
## 2.6 REPARTITION DES RESULTATS DE CICATRISATION MUQUEUSE SELON LES GROUPES DE PATIENTS



**Figure 108: Répartition des résultats de cicatrisation muqueuse selon les groupes de patients**

On note que la cicatrisation muqueuse était excellente (Indice HI de LANDREY = 5) pour le groupe 02 ainsi 3 patients du groupe 01 présentent une cicatrisation excellente. Parmi le groupe 01 un patient présente une bonne cicatrisation et un autre patient une très bonne cicatrisation (Indice HI de LANDREY = 4)

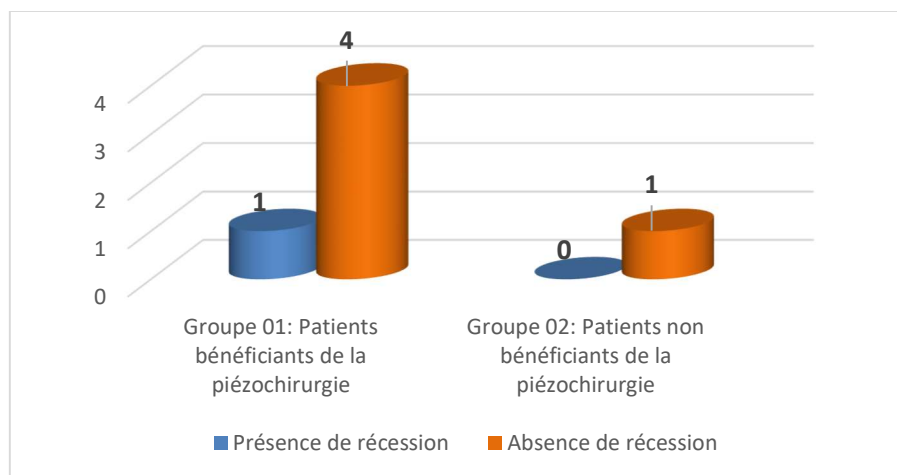
## 2.7 REPARTITION DES RESULTATS DE PRESENCE OU D'ABSENCE DE RECESSION GINGIVALE EN FONCTION DE LAMBEAU UTILISE



**Figure 109: Répartition des résultats de présence ou d'absence de récession gingivale en fonction de lambeau utilisé**

La figure ci-dessus montre l'absence de récession gingivale après chirurgie endodontique pour le lambeau submarginal alors que pour le lambeau intrasulculaire il y a un cas d'apparition de récession gingivale

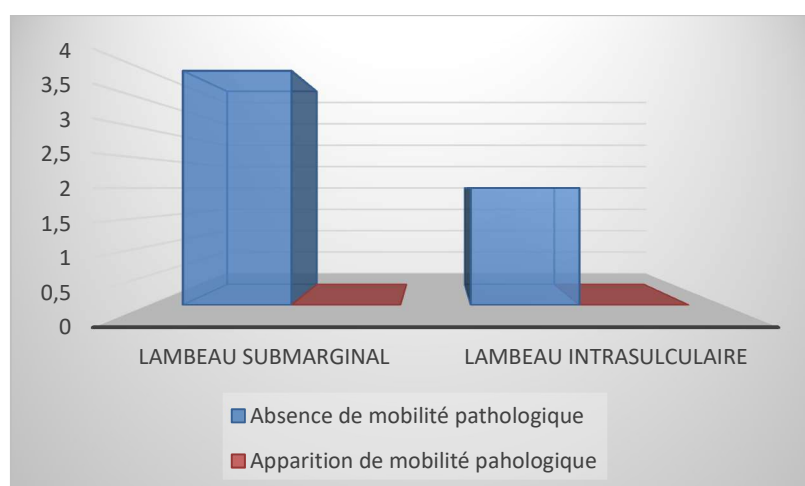
## 2.8 REPARTITION DES RESULTATS DE PRESENCE OU D'ABSENCE DE RECESSION GINGIVALE SELON LES GROUPE DE PATIENTS



**Figure 110: Répartition des résultats de présence ou d'absence de récession gingivale selon les groupes de patients**

La figure ci-dessus montre l'absence de récession gingivale après chirurgie endodontique pour le groupe 01 sauf un seul cas par contre le groupe 02 ne présente pas de récession gingivale

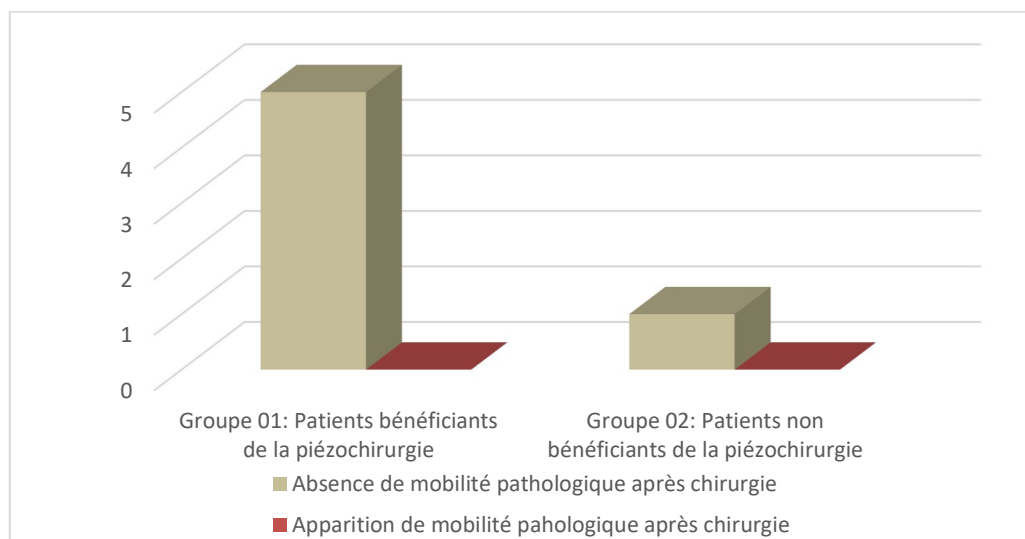
## 2.9 REPARTITION DES RESULTATAS D'APPARITION OU NON DE MOBILITE DENTAIRE (SELON L'INDICE ARPA) SELON LE LAMBEAU UTILISE



**Figure 111: Répartition des résultats d'apparition ou non de mobilité dentaire**

Nous avons remarqué l'absence de mobilité pathologique après chirurgie endodontique à l'insert piézoélectrique pour les deux types de lambeau.

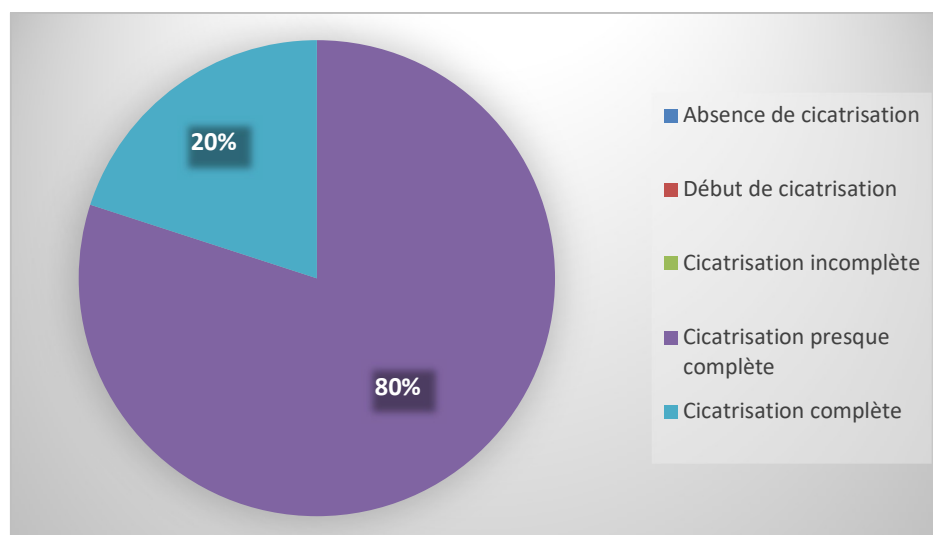
## 2.10 REPARTITION DES RESULTAS D'APPARITION OU NON DE MOBILITE DENTAIRE SELON LES GROUPES



**Figure 112: Répartition des résultats d'apparition ou non de mobilité dentaire (selon l'indice ARPA de mobilité) selon les groupes de patients**

La figure ci-dessus montre l'absence de mobilité pathologique après chirurgie endodontique dans tous les groupes de patients.

## 2.11 REPARTITION DES RESULTATS DE CICATRISATION OSSEUSE ET LIGAMENTAIRE VISIBLE A LA RADIOGRAPHIE

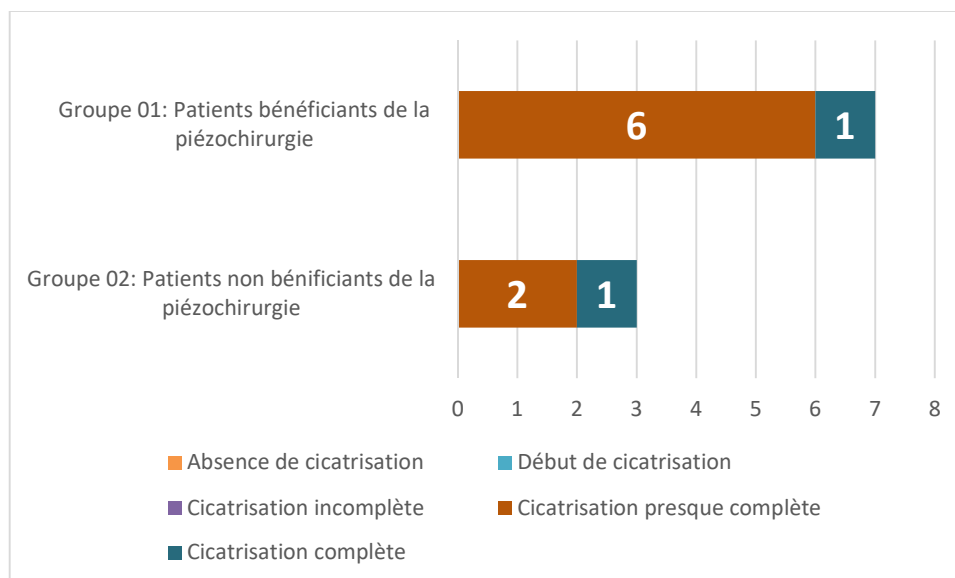


**Figure 113: Répartition des résultats selon la cicatrisation osseuse et ligamentaire visible à la radiographie**

La majorité des dents de l'échantillon ont eu une cicatrisation osseuse et ligamentaire presque complète avec un pourcentage de 80%.

20% des dents ont eu une cicatrisation osseuse et ligamentaire complète

## 2.12 REPARTITION DES RESULTATS DE CICATRISATION OSSEUSE ET LIGAMENTAIRE VISIBLE A LA RADIOGRAPHIE EN FONCTION DES GROUPES DE PATIENTS



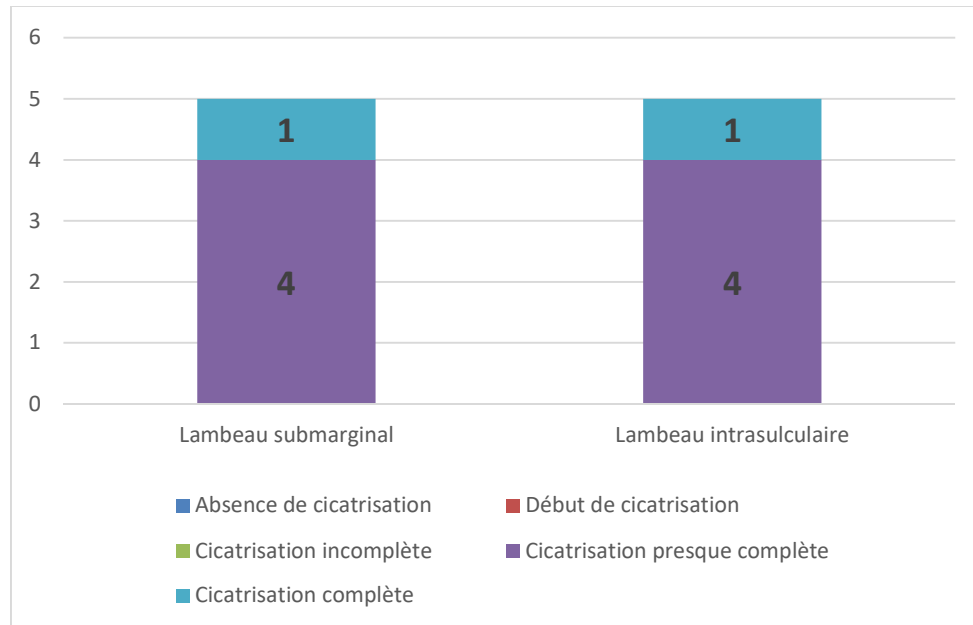
**Figure 114: Répartition des résultats de cicatrisation osseuse et ligamentaire visible à la radiographie en fonction des groupes de patients**

La figure ci-dessus montre la présence

06 dents avec cicatrisation presque complète et ceci au niveau du groupe 01, et la présence d'une seule dent avec une cicatrisation complète

02 dents avec cicatrisation presque complète qui appartiennent au groupe 02 et une seule qui présente une cicatrisation complète au niveau de ce groupe

### 2.13 REPARTITION DES RESULTATS DE CICATRISATION OSSEUSE ET LIGAMENTAIRE VISIBLE A LA RADIOGRAPHIE EN FONCTION DU LAMBEAU UTILISE



**Figure 115: Répartition des résultats de cicatrisation osseuse et ligamentaire visible à la radiographie en fonction du lambeau utilisé**

A partir de diagramme ci-dessus, nous observons que pour le lambeau submarginal, on a trouvé 04 dents avec cicatrisation presque complète et 01 complète

Pour le lambeau intrasulculaire, on a eu 04 cicatrifications presque complètes et 01 cicatrisation complète.

**2.14 REPARTITION DES RESULTATS DE CICATRISATION OSSEUSE ET LIGAMENTAIRE VISIBLE A LA RADIOGRAPHIE EN FONCTION D'APPARITION D'INFLAMMATION GINGIVALE SELON LES GROUPEES**

	Présence signe inflammation		Absence signe inflammation	
	Groupe 01	Groupe 02	Groupe 01	Groupe 02
Absence de cicatrisation	0	0	0	0
Début de cicatrisation	0	0	0	0
Cicatrisation incomplète	0	0	0	0
Cicatrisation presque complète	1	0	5	2
Cicatrisation complète	0	0	1	1

**Tableau 5: Répartition des résultats de cicatrisation osseuse et ligamentaire visible à la radiographie en fonction d'apparition d'inflammation gingivale selon les groupes de patients**

Dans le tableau ci-dessus, seulement un seul groupe qui est le groupe 01 a développé des signes d'inflammation gingivale après ostéotomie piézoélectrique lors de la chirurgie endodontique, dont la cicatrisation osseuse et ligamentaire était presque complète.



**2.15 REPARTITION DES RESULTATS DE CICATRISATION OSSEUSE ET LIGAMENTAIRE VISIBLE A LA RADIOGRAPHIE EN FONCTION D'APPARITION DE SURINFECTION ET DE MOBILITE DENTAIRE SELON LES GROUPES**

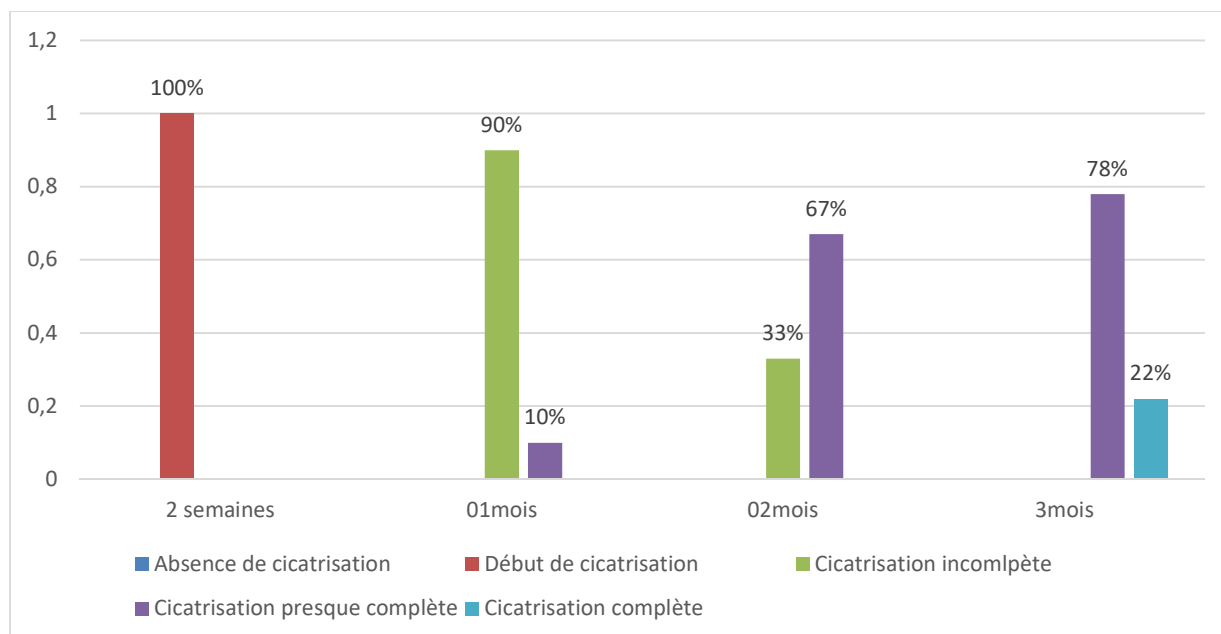
	Présence surinfection mobilité		Absence surinfection et mobilité	
	Groupe 01	Groupe 02	Groupe 01	Groupe 02
Absence de cicatrisation	0	0	0	0
Début de cicatrisation	0	0	0	0
Cicatrisation incomplète	0	0	0	0
Cicatrisation presque complète	0	0	6	2
Cicatrisation complète	0	0	1	1

**Tableau 6: Répartition des résultats de cicatrisation osseuse et ligamentaire visible à la radiographie en fonction d'apparition de surinfection et de mobilité dentaire selon les groupes**

Dans cet échantillon, on remarque l'absence de surinfection et mobilité pour tous les groupes de patients soit pour les bénéficiant ou non de la piézochirurgie. On a eu une seule cicatrisation complète et ceci au niveau du groupe 01, six dents avec cicatrisation presque complète au niveau du même groupe

Deux dents du groupe 02 présentent une cicatrisation presque complète tandis une seule dent a une cicatrisation complète.

## 2.16 REPARTITION DES RESULTATS DE CICATRISATION OSSEUSE ET LIGAMENTAIRE VISIBLE A LA RADIOGRAPHIE EN FONCTION DE LA DUREE

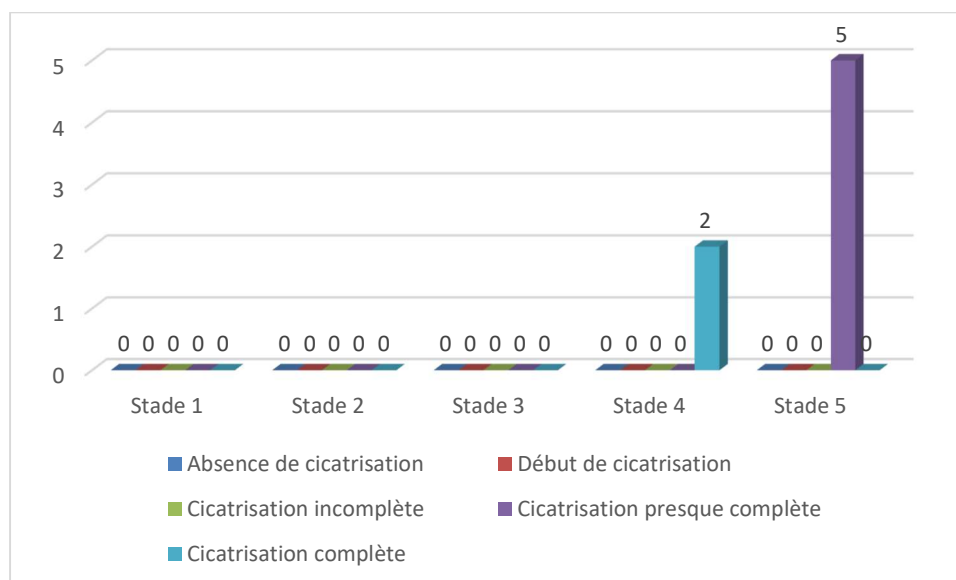


**Figure 116: Répartition des résultats de cicatrisation osseuse et ligamentaire visible à la radiographie en fonction de la durée**

Au bout de deux semaines, toutes les dents étaient au début de cicatrisation.

Après un mois, on a trouvé une cicatrisation incomplète à 90% alors que 10% sont presque complète. Au bout de deux mois, la majorité des dents étaient avec une cicatrisation presque complète, ainsi au bout de 3mois de plus y avait un pourcentage de 22% en faveur d'une cicatrisation complète

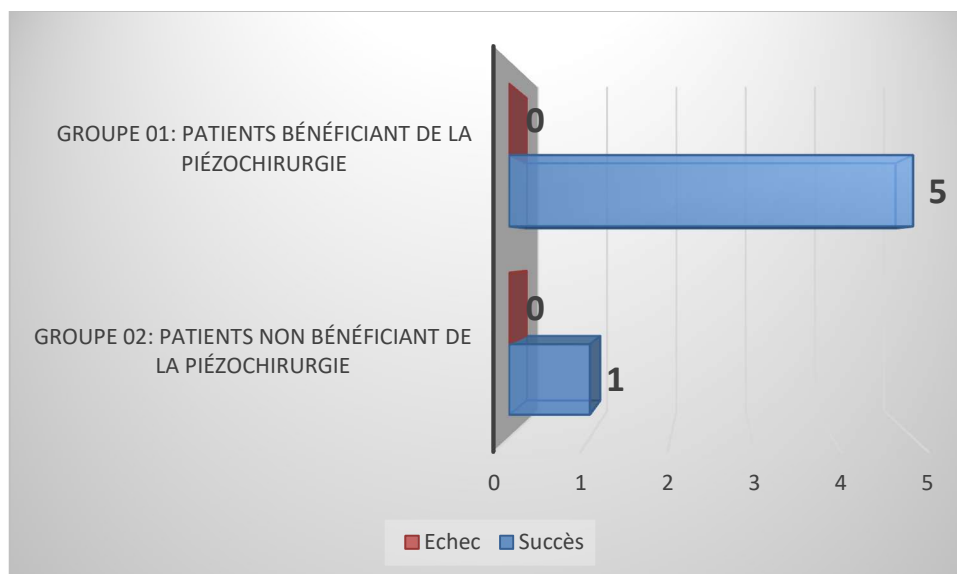
**2.17 REPARTITION DES RESULTATS DE CICATRISATION OSSEUSE ET LIGAMENTAIRE VISIBLE A LA RADIOGRAPHIE PRESENTANT UNE LIPOE EN FONCTION D'INDICE D'OSTRAVIK**



**Figure 117: Répartition des résultats de cicatrisation osseuse et ligamentaire visible à la radiographie présentant une LIPOE en fonction d'indice d'OSTRAVIK**

A partir de l'histogramme ci-dessus, on a remarqué la présence de cicatrisation osseuse et ligamentaire complète pour le score 4 d'Ostravik pour deux dents, de plus la cicatrisation presque complète se trouve dans le stade 5 d'Ostravik. Pour 5 dents.

## 2.18 REPARTITION DES RESULTATS DE SUCCES OU D'ECHEC DE CHIRURGIE ENDODONTIQUE EN FONCTION DES GROUPES DE PATIENTS

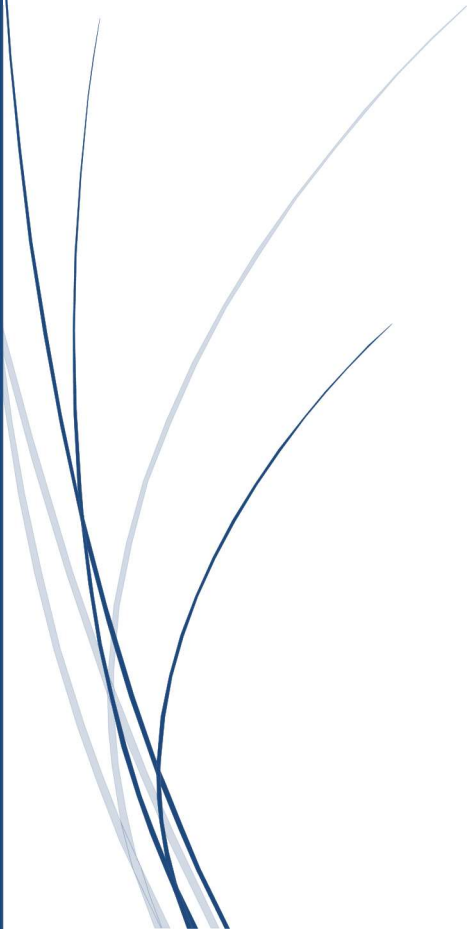


**Figure 118: Répartition des résultats de succès ou d'échec de chirurgie endodontique en fonction des groupes de patients**

Dans la figure ci-dessus, on a eu un pourcentage de succès des chirurgies endodontiques de 100% dans tous les groupes de patients.



*CHAPITRE IV*  
*DISCUSSION*



### 1. LES LIMITES DE L'ETUDE

Le nombre de l'échantillon était limité, ceci peut être justifié par :

- La situation sanitaire critique du au COVID 19
- La durée de l'étude n'était pas suffisante pour le recrutement d'un nombre important de patient.
- La méconnaissance de l'intérêt de la chirurgie endodontique dans le public.
- La nouveauté d'application d'une telle approche thérapeutique au niveau du service de pathologie et chirurgie buccale de CHU- Tlemcen.
- La difficulté de trouver l'indication de la chirurgie endodontique chez les patients qui ont consulté au niveau du service de Pathologie et chirurgie buccale CHU- Tlemcen.
- Un seul examinateur était chargé d'examiner les différents cas sélectionnés et de faire le choix de les inclure ou pas dans l'étude en se référant à des critères stricts d'inclusion et d'exclusion.
- Les moyens de notre clinique et la non disponibilité de certains matériels et matériaux nécessaires tel que : la RVG et le cône radio dans la salle de la chirurgie, les ultrasons et les inserts pour la préparation canalaire rétrograde.

### 2. BIAIS D'INTERPRETATION :

Les résultats sont obtenus à partir d'une interprétation clinique radiologique et reposent donc essentiellement sur le grade de cicatrisation osseuse après l'ostéotomie piézoélectrique utilisée dans la thérapeutique chirurgicale. En conséquence, des biais d'interprétation peuvent être identifiés lorsqu'il n'y a pas de protocole standardisé pour la prise et la lecture des clichés radiographiques pré/post opératoire et aussi lorsque c'est l'expérimentateur qui réalise la comparaison. Ainsi que pour l'obtention des résultats plus précis l'utilisation des moyens de radiographie numérique telle que le cône beam est indispensable.

### 3. DISCUSSION SUR LES RESULTATS :

- Dans notre échantillon, les patients choisis appartiennent à une tranche d'âge de 10 à 50 ans, où on a préféré une population jeune pour avoir des résultats fiables non influencés par les variétés due à l'âge. Ce qui est en accord avec l'étude de nos collègues **BENNOUI, HADJOU BELAID, SGHIR 2020** <sup>(88)</sup>.
- Dans notre population, nous avons une majorité de femmes, ceci peut être dû au fait qu'elles consultent plus que les hommes. Ce qui est en accord avec les études de nos collègues **BEKHTI ; BALLOUT ; BELKHITER 2018** <sup>(89)</sup>. Ainsi que l'étude de **BENNOUI, HADJOU BELAID, SGHIR 2020** <sup>(88)</sup>.

- La majorité des patients consulte suite à la douleur, la douleur c'est l'élément omniprésent en endodontie et traiter la douleur est l'objectif prioritaire du chirurgien-dentiste.

-Notre Présente étude a évalué la performance de la technique de piézochirurgie sur l'ostéotomie lors de la chirurgie endodontique chez nos patients (6 patients)

- La totalité des patients de notre échantillon sont des patients en bonne santé générale, on a préféré que le maximum des patients de la population soit en bonne santé pour avoir des résultats fiables sur le plan clinique et radiologique non influencés par les maladies générales.

- D'après nos études statistiques, nous retrouvons un taux de traitement des dents maxillaires très largement supérieur à celui des dents mandibulaires, ce qui est similaire à l'étude de **Sally YAZBECK, 2016** qui a conclu que ce résultat peut être justifié par un taux d'atteinte de LIPOE ou de persistance d'une lésion péri-radulaire après le traitement endodontique plus important au niveau des dents maxillaires que mandibulaires <sup>(90)</sup>.

- Dans notre série, nous avons noté un taux de traitements des incisives très supérieurs à celui des canines et prémolaires ce qui concorde avec les résultats de nos collègues **BENNOUI, HADJOU BELAID, SGHIR 2020** <sup>(88)</sup>.

- L'indication de la chirurgie était dans la plupart des cas une LIPOE, ce qui correspond aux études de **SYNGCUK KIM AND SAMUEL KRATCHMAN 2018** qui ont trouvés que la chirurgie endodontique est l'un des moyens les plus prévisibles à éliminer ce genre des lésions, lorsque la thérapie non chirurgicale est inefficace <sup>(91)</sup>.

Dans notre série, l'indication dominante de la chirurgie endodontique remarquée était la présence d'une LIPOE dont on a constaté que 67% des patients présente cette lésion qui est justifiée par la persistance de la lésion périapicale après plusieurs tentatives thérapeutiques jusqu'à la décision de la chirurgie endodontique. L'évaluation effectuée dans la présente étude est en accord avec d'autres études, **Syngcuk Kim and Samuel Kratchman 2018** <sup>(91)</sup> ont trouvés que la lésion périapicale est traitées généralement par la chirurgie endodontique qui est l'un des moyens les plus prévisibles à éliminer ce genre des lésions, ce qui rend la thérapie non chirurgicale inefficace

- Plus de la moitié des dents réséquées présentaient une LIPOE, la moitié des dents présentaient un score 5 d'Orstravik et le reste un score de 4 et 5 d'Orstravik, coïncide pas avec l'étude de nos collègues **BENNOUI, HADJOU BELAID, SGHIR 2020** <sup>(88)</sup>.

-Lors de la chirurgie endodontique, on a eu recours au lambeau submarginal avec une fréquence dominante (70%) par rapport au lambeau intrasulculaire (30%) afin d'éviter toute cicatrice disgracieuse de la gencive vu que tous nos cas ont été réalisés sur le secteur antérieur où le préjudice esthétique domine et cela coïncide avec l'étude de **SYNGCUK KIM AND SAMUEL KRATCHMAN 2018** <sup>(91)</sup>.

- La totalité des patients ont bénéficié d'une obturation canalair à retro avec biocéramique. On a choisi un seul matériau d'obturation à rétro pour tous les patients comme matériau d'obturation rétrograde pour sa nature hautement biocompatible et bioactive et ses propriétés physico-chimiques améliorées par rapport aux générations précédentes de matériaux d'obturation rétrograde selon (**DOMENICO RICUCCI, NICOLA MARIA GRANDE 2020** <sup>(92)</sup> **WANG ZHEJUN 2015** <sup>(93)</sup>

- **Sumaya M. et al en 2018** ont trouvé que lorsque les matériaux d'obturation biocéramiques sont utilisées comme matériaux d'obturation rétrograde en chirurgie apicale, ils ont un taux de réussite de 86,4 à 95,6% (sur 1 à 5 ans) <sup>(94)</sup>La biocéramique a des effets anti-inflammatoires sur les tissus et des effets cémento-conducteurs, cémento-inducteurs et ostéocon-ducteurs qui ont été confirmés. (**Srinidhi Surya RAGHAVENDRA2017** )<sup>(95)</sup>. Elle crée un environnement antibactérien par son pH alcalin. Ainsi, les biocéramiques forment des poudres poreuses contenant des nanocristaux d'un diamètre de 1 à 3 nm, qui empêchent l'adhésion des bactéries. Parfois, Les ions fluorure sont des constituants des cristaux d'apatite, et le nanomatériau qui en résulte possède des propriétés antibactériennes. ( **Srinidhi Surya RAGHAVENDRA 2017** <sup>(95)</sup>.

- Dans une étude de **Domenico Ricucci at al en 2020**, des dents humaines ont été extraites au bout de 34 jours, 7 semaines et 20 mois, respectivement, en raison de circonstances inhabituelles. Les dents extraites ont été traitées, enrobées de paraffine, sectionnées, colorées à l'hématoxyline-éosine, et examinées au microscope optique. L'observation récurrente pour les 3 cas présentés était l'absence de réactions inflammatoires ou de corps étrangers des tissus de l'hôte en contact avec des matériaux biocéramique à base de silicate tricalcique après différentes périodes d'observation <sup>(92)</sup>.

- Dans notre échantillon, les patients ont été répartis en 2 groupes, le premier groupe concerne les patients ayant bénéficiés de la piézochirurgie et le second groupe est pour les patients non bénéficiant de la piézochirurgie.



### 3.1 Discussion autour des résultats cliniques :

Dans notre série, on a noté une hétérogénéité de symptomatologie clinique et des résultats radiologiques durant les contrôles (1 semaine, 1 mois, 3 mois) en fonction des 2 groupes répartis selon le type de l'ostéotomie lors de la chirurgie endodontique, ce qui n'est pas en accord avec l'étude de nos collègues **BEKHTI ; BALLOUT ; BELKHITER 2018** <sup>(89)</sup>.

#### ○ POUR LES SIGNES CLINIQUES ET SYMPTOMATOLOGIQUES

Dans notre série, toutes les dents sont asymptomatiques du point de vue clinique et le reste tout au long de la période de suivi (de 3 à 6 mois). Nous avons noté une absence de toute tuméfaction. L'habileté chirurgicale et la maîtrise du protocole opératoire du système piézoélectrique selon les normes a permis d'éliminer et d'empêcher les signes cliniques et symptomatologiques. Ce qui est en accord avec **Vercellotti en 2020** qui a indiqué que L'emploi d'une procédure piézoélectrique permet de diminuer largement le risque d'hémorragie puisque la coupe sélective des inserts piézoélectriques n'a pas d'effet tranchant sur les vaisseaux. C'est pourquoi on observe également une diminution importante du nombre d'œdèmes postopératoires et d'ecchymoses <sup>(59)</sup>

Nos résultats confirment ceux de **Sabrina Pappalardo En 2013** Quatre-vingts patients ont été inclus dans l'étude. Qui présentaient des lésions mandibulaires kystiques. Les patients ont été répartis au hasard en deux groupes. Dans le groupe test, la kystectomie a été réalisée à l'aide d'une instrumentation rotative conventionnelle (groupe rotatif), et dans l'autre, la chirurgie piézoélectrique (groupe piézo). Le gonflement a été documenté 24/48/72 h et 1 semaine après la chirurgie et les patients ont enregistré leur douleur postopératoire subjective quotidiennement pendant 7 jours en utilisant une échelle visuelle analogique (EVA). Résultats : Les patients traités avec la technique piézoélectrique ont présenté une EVA plus faible, un gonflement mineur et un temps de récupération moins long par rapport au groupe rotatoire <sup>(96)</sup>.

#### ○ POUR LA CICATRISATION MUQUEUSE ET RECESSION

Dans notre étude on a eu une bonne cicatrisation muqueuse, et absence de récession gingivale pour les patients chez lesquels nous avons utilisé le lambeau submarginal alors que pour le lambeau intrasulculaire, un seul patient a présenté une récession gingivale.

En 2013, **VERTOMMEN Christellea** a conclu que l'incision submarginale présentait de bons résultats, surtout en secteur esthétique, à condition que la hauteur de gencive attachée soit suffisante (4mm). Cette technique permet en effet d'éviter la survenue de récessions gingivales et papillaires et que l'incision intrasulculaire présente globalement les moins bons résultats (récessions gingivales et papillaires), même si les cicatrices en résultant sont minimales <sup>(97)</sup>.

### ○ POUR LA MOBILITE DENTAIRE

Aucune mobilité pathologique ni aggravation d'une mobilité déjà existante n'ont été signalées après la chirurgie quel que soit le lambeau utilisé et quel que soit le groupe d'ostéotomie auquel appartient les patient conformément à l'étude de nos collègue **BENNOUI I, HADJOU BELAID H, SGHIR A 2020** <sup>(88)</sup>.

D'après **Syngcuk Kim and Samuel Kratchman 2018**, La microchirurgie endodontique est extrêmement efficace dans la gestion de la pathologie endodontique, mais elle n'améliore pas le statut parodontal de la dent. Toute dent nécessite un état parodontal stable à être retenus, il est donc important d'évaluer l'état parodontal d'une dent qui va subir une microchirurgie endodontique <sup>(98)</sup> Ce qui est en accord avec nos résultats.

## 3.2 DISCUSSION AUTOUR DES RESULTATS RADIOGRAPHIQUES

### • POUR CICATRISATION OSSEUSE ET LIGAMENTAIRE VISIBLE A LA RADIOGRAPHIE

#### ○ En fonction des groupes de patients

06 dents avec cicatrisation presque complète et ceci au niveau du groupe 01, et la présence d'une seule dent avec une cicatrisation complète

02 dents avec cicatrisation presque complète qui appartiennent au groupe 02 et une seule qui présente une cicatrisation complète au niveau de ce groupe

Le potentiel de cicatrisation est étroitement lié à la qualité de coupe. Une étude fut menée par **Chiriac en 2005** dont le but était de montrer, lors de comblements sinusiers l'influence de la piézochirurgie associée à des prélèvements de copeaux osseux provenant de sites intra-oraux. Cette étude était centrée sur la morphologie des copeaux osseux ainsi que sur la viabilité des

cellules et leur différenciation. Les résultats, malgré les limites de cette étude *in vitro*, ont permis d'affirmer que :

- les particules collectées par la technique piézochirurgicale sont significativement plus volumineuses que celles collectées par la technique conventionnelle ;
- il n'y a pas de différence significative en ce qui concerne la viabilité ainsi que la différenciation des cellules selon la méthode utilisée.

Cependant, la piézochirurgie accroît la précision de l'acte chirurgical, elle réduit la perte d'os grâce à une chirurgie moins invasive et va dans le sens de l'économie tissulaire, ce qui améliore la cicatrisation <sup>(99)</sup>.

- En fonction du type de lambeau utilisé

Dans notre étude, on n'a pas trouvé une corrélation entre le type de lambeau et la qualité de cicatrisation osseuse puisque dans le lambeau submarginal, on a trouvé différents degrés de cicatrisation allant de « presque complète » à « complète ». De même pour le lambeau intrasulculaire.

- En fonction d'apparition d'inflammation gingivale selon les groupes de patients

Seulement un seul cas appartenant au groupe 01 a développé des signes d'inflammation gingivale dont la cicatrisation osseuse et ligamentaire était presque complète.

Le second groupe ainsi que le reste du groupe 01 n'ont pas développé des signes d'inflammation gingivales ont eu une cicatrisation variant de presque complète à complète. A partir de ce résultat, on a trouvé dans notre étude que l'inflammation gingivale n'affecte pas la cicatrisation osseuse.

L'étude de **Delilbasi** menée en 2013 sur 23 patients montre que lors d'une chirurgie de comblement sinusien par voie latérale, la douleur post-opératoire évaluée à 8 heures et 24 heures après la chirurgie est plus importante chez les patients ayant bénéficié d'une « chirurgie conventionnelle » par rapport à ceux ayant bénéficié d'une « chirurgie piézoélectrique ». A 36 heures post-opératoires, il n'y a plus de différence entre les deux groupes. De plus, le gonflement est plus important lors d'une chirurgie conventionnelle, puis se stabilise au troisième jour. Cependant, lors de l'étude, il n'y a pas eu de différence entre les deux groupes

concernant l'alimentation post-opératoire, la capacité d'élocution, la reprise du travail ainsi que concernant la qualité du sommeil <sup>(100)</sup>.

Selon **Gary Greenstein, John Cavallaro, George Romanos, et Dennis Tarnow** l'utilisation de la piézoélectricité permet de manière générale de diminuer les risques hémorragiques, ce qui réduira par la suite les risques d'oedèmes et d'ecchymoses postopératoires <sup>(101)</sup>.

**Torrella en 1998 et Heinemann en 2012** ont également établi que non seulement la piézochirurgie procure plus de confort pour le patient durant l'opération, mais aussi que cette technique chirurgicale assure plus d'aisance au praticien lors de la chirurgie <sup>(102, 103)</sup>

**En 2020 une étude menée par Dr. Niladri Maiti** dont 40 sujets ayant subi une microchirurgie endodontique. Les patients ont été répartis au hasard entre le groupe piézo (n = 20) et le groupe témoin (n = 20). Dans le groupe piézo, après réflexion du lambeau, l'ostéotomie, l'ablation du tissu de granulation et la résection radiculaire ont été réalisées à l'aide du dispositif chirurgical piézoélectrique tandis que les fraises en carbure chirurgical, ont été utilisées dans le groupe témoin. La qualité de vie des patients a été évaluée quotidiennement pendant une semaine après l'intervention chirurgicale en fonction des limitations des fonctions orales et générales, de la douleur et d'autres symptômes. La limitation des fonctions et autres symptômes a été enregistrée par une version modifiée du questionnaire de perception du patient utilisant une échelle de Likert en 5 points pour l'ouverture de la bouche, la mastication, la parole, le sommeil, la routine quotidienne, le travail manqué, le gonflement, la nausée et le mauvais goût/respiration, et l'échelle visuelle analogique a été adoptée pour la douleur. En ce qui concerne les paramètres de qualité de vie, le groupe piézo a montré un gonflement significativement moins important le premier, le deuxième et le troisième jour, ainsi que des douleurs le premier et le deuxième jour, par rapport au groupe témoin. La prise d'analgésiques était également significativement moins importante dans le groupe piézo. La chirurgie piézoélectrique a permis d'améliorer la qualité de vie des patients au cours de la première semaine post-chirurgicale avec des niveaux de douleur plus faibles <sup>(104)</sup>.

- En fonction de la durée

Au bout de deux semaines, toutes les dents étaient en début de cicatrisation. Cela peut être justifié par l'utilisation d'insert piézoélectrique en effet **Vercellotti et al. (2005)** ont analysé le processus de remodelage osseux après une ostéotomie piézoélectrique par rapport aux

techniques conventionnelles qui utilisaient des fraises en carbure et en diamant. Il a été possible de conclure que la piézochirurgie permettait une réparation osseuse plus favorable lors de l'ostéotomie et de l'ostéoplastie. Par conséquent, la chirurgie piézoélectrique peut être considérée comme efficace dans la chirurgie osseuse <sup>(79)</sup>.

Après un mois, on a trouvé une cicatrisation incomplète sur toutes les dents, ce qui ne coïncide pas avec l'étude de nos collègues **DJEDID, LAMA, MOUMNI 2019**<sup>(89)</sup>

Au bout de trois mois, la majorité des dents présentent une cicatrisation presque complète et 02 dents ont atteint la cicatrisation complète.

Ces résultats sont justifiés par le fait que les contrôles ont été faits pour la plupart à un mois à 3 mois post-opératoire à cause de la durée limitée de l'étude. Et si on poursuivait ces contrôles sur les six mois qui suivent l'intervention jusqu'à un an ou plus, il est probable que le pourcentage de dents avec une cicatrisation complète serait plus élevé. Ce qui concorde avec **Dr. Beanish Bashir et al.** ils ont trouvé qu'au bout de six mois après chirurgie apicale, tous les patients présentaient une régénération osseuse significative <sup>(105)</sup>.

- En fonction de présence ou non de LIPOE et le score d'Ostravik

Dans notre étude, pour les dents de l'échantillon qui présentent une LIPOE, on remarque la présence de cicatrisation osseuse et ligamentaire complète uniquement pour le score 4 d'Ostravik, alors que la cicatrisation presque complète est trouvée dans le score 5 d'Ostravik, il semble que moins la lésion initiale est volumineuse meilleure est la cicatrisation. Ceci est en accord avec l'étude de **Miguel Penarrocha et all en 2007**, quand 235 patients et 333 dents étaient sélectionnés pour une étude prospective. Après une période de suivi minimale de 12 mois, ils ont trouvé que le pronostic de la chirurgie périapicale s'améliore avec la diminution de la taille des lésions périapicales. Ainsi Les dents présentant des lésions de petite taille (inférieures à 5 mm de diamètre) semblent présenter un meilleur taux de guérison que celles ayant une lésion de grande étendue (supérieure à 5 mm de diamètre) (**Wang et al. 2004 ; von Arx, 2010**).

**En 2006, une étude menée par la « Padua University »** réalise une comparaison histologique du tissu osseux après une ostéotomie faite soit par fraise, soit par insert piézoélectrique. L'auteur conclue que les micro-vibrations provoquées par les ultrasons sont à l'origine d'une cicatrisation osseuse plus rapide et de meilleure qualité.

La même année, une étude *in vitro* montre que la cicatrisation osseuse est plus rapide après avoir utilisé l'instrumentation piézoélectrique, est une colonisation osseuse néoformée après seulement 7 jours suivant la chirurgie <sup>(76)</sup>.

### 3.3 LE SUCCES DE LA CHIRURGIE

Dans une tentative d'évaluer l'apport de l'ostéotomie piézoélectrique lors de la chirurgie endodontique et le taux de succès et d'échec.

Dans notre étude, le succès est défini par l'absence des signes ou symptômes cliniques et/ou la présence sur la radiographie de contrôle des signes de guérison complète, presque complète, incomplète ou début de cicatrisation ; et l'échec est prononcé quand il y a une persistance des signes ou symptômes cliniques et/ou l'absence de guérison sur la radiographie de contrôle.

En comparant les résultats retrouvés dans la présente étude à l'ensemble des résultats des études sous mentionnées, nous trouvons que le taux de succès des chirurgies endodontiques que nous avons étudiées, et qui est de 100%, est globalement compatible avec ceux des autres articles examinés.

Ce résultat est justifié par le fait que le nombre des dents était insuffisant comparant aux autres études qui ont trouvées le même résultat, ainsi que les critères d'évaluation du succès adoptés dans notre étude sont moins strictes comparés à ceux de certaines des autres études observées. En effet, nous avons considéré la cicatrisation incomplète et le début de cicatrisation comme un succès à cause d'un temps d'étude limité.

Nous allons exposer ci-dessous les études les plus récentes que nous avons pu trouver et qui ont tachés de calculer les taux de succès et d'échec de l'ostéotomie piézoélectrique lors de la chirurgie endodontique. Le protocole technique exploré dans l'ensemble de ces études comprend l'ostéotomie par fenêtre osseuse piézoélectrique, la préparation à rétro de la cavité radiculaire à l'aide des inserts ultrasonores adaptés, et l'obturation à rétro par des matériaux dont l'efficacité pour la guérison apicale a été prouvée, à savoir le MTA, le Biocéramique, Super EBA et l'IRM.

Dans les cas décrits par **Viola Hirsch<sup>1</sup>, Meetu R. Kohli<sup>1</sup>, Syngcuk Kim en 2016**, la piézochirurgie a été utilisée pour soulever une fenêtre osseuse. L'apicoectomie a été réalisée à l'aide d'une fraise à os Lindemann et de dispositifs à ultrasons au lieu d'un dispositif piézoélectrique dans ces cas, principalement pour gagner du temps. Le lambeau osseux a été

trempe dans une solution saline équilibrée de Hanks afin de le maintenir hydraté et de réduire la possibilité de nécrose, tandis que le reste de la procédure chirurgicale a été exécuté avec compétence, comme le prescrit la littérature microchirurgicale. L'étude a décrit un suivi à 12 mois montrant des signes radiographiques de cicatrisation osseuse et ligamentaire complète et aucun signe ou symptôme clinique <sup>(106)</sup>.

Tableau 7: Les études de comparaison du taux de succès global dans la littérature

	Base de données	Matériau d'obturation	Critères d'évaluation	Catégorisation des résultats	Taux de succès
Shinbori et al. 2015	118 dents	Endosequence BC root repair	Clinique et radiologique (à 1 an minimum post-op)	Dent guérie/en cours de guérison/ non guérie	92%
Çalışkan et al. 2016	90 dents(Antérieures)	MTA	Clinique et radiologique (à 2 - 6 ans post-op)	Dents guérie ou non guérie	80%
Sally YAZBECK 2016	335 dents	Super EBA, MTA, Biocéramique	Clinique et radiologique (à 6mois jusqu'à 4 ans post op)	Dent guérie (fonctionnelle) ou non guérie	90.7%
SelyaWdowik, Antoine Godard, Patrick Limbour 2016	122 dents	IRM	Clinique et radiologique	Guérison complète/ Guérison incomplète et fibreuse/ Guérison incertaine	78.69%
Dingming Huang, Qinghua Zheng 2016	240 dents	ProRootMTA BP-RRM	Clinique et radiologique	Guérison complète/ Guérison incomplète et fibreuse/ Guérison incertaine	93.67%
Service d'odontologie conservatrice/ Endodontie Tlemcen 2018	12 dents	Biocéramique MTA IRM	Clinique et radiologique	Guérison complète/ guérison incomplète/ absence de guérison	100%
Service d'odontologie conservatrice/ Endodontie Tlemcen 2019	16 dents	Biocéramique IRM	Clinique et radiologique	Guérison complète/ guérison Incomplète/ absence de Guérison	100%
Service de pathologie et chirurgie bucco-dentaire CHU-Tlemcen 2020	11 dents	Biocéramique	Clinique et radiologique	Guérison complète/ guérison Incomplète/ absence de Guérison	100%
<b>Service de pathologie et chirurgie bucco-dentaire CHU-Tlemcen 2021</b>	<b>10 dents</b>	<b>Biocéramique</b>	<b>Clinique et radiologique</b>	<b>Guérison complète/ guérison Incomplète/ absence de Guérison</b>	<b>100%</b>





***CONCLUSION***



### Conclusion :

La chirurgie endodontique était considérée comme un dernier recours. Ceci était basé sur l'expérience du passé, de plus elle était perçue comme difficile car le chirurgien doit souvent se rapprocher de l'emplacement de structures anatomiques telles que les gros vaisseaux sanguins, le foramen mental et le sinus maxillaire. Bien que les risques d'endommager ces structures soient minimales, la chirurgie endodontique traditionnelle n'a pas une image positive dans la profession dentaire en raison de sa nature invasive, de l'utilisation des instruments inadaptés et une vision inadéquate, ainsi les complications postopératoires étaient assez fréquentes et de nombreux cas se terminaient par un échec avec pour conséquence l'extraction de la dent. Une nouvelle approche de microchirurgie endodontique a débuté. Plusieurs progrès importants ont été introduits y compris : le microscope opératoire chirurgical, les micro-instruments, la préparation ultrasonique et l'utilisation de matériaux d'obturation à rétro de la racine plus acceptables sur le plan biologique. L'incorporation de la nouvelle technologie a permis de s'évoluer vers la microchirurgie moderne.

Parmis encore les perspectives révolutionnaires en termes de microchirurgie endodontique la piézochirurgie, considérée comme une véritable innovation car elle remplit des critères à la fois biologiques et techniques.

La piézochirurgie est une nouvelle technique inventée par Vercellotti afin de surmonter les limites de l'instrumentation traditionnelle en chirurgie osseuse orale en modifiant et en améliorant la technologie conventionnelle. Les vibrations ultrasonores tridimensionnelles ouvrent une nouvelle ère pour la chirurgie endodontique. Le principe de la piézo-électricité, est basé sur les micro-vibrations ultrasoniques qui sont créées par l'effet piézoélectrique, l'absence de macro-vibration rend l'instrument plus maniable et permet un meilleur contrôle peropératoire avec une augmentation significative de la visibilité ainsi de la sécurité de coupe dans la zone de coupe anatomique plus difficile. Par conséquent, le but de cette revue est de décrire en détail la technique de piézochirurgie, son utilisation et son intérêt dans le domaine de la chirurgie endodontique moderne.

D'après les résultats trouvés dans notre étude, nous avons conclu que L'ostéotomie piézoélectrique présente un intérêt majeur dans la régénération osseuse et la cicatrisation des LIPOE lors de la chirurgie endodontique du fait de sa précision et de son respect des tissus mous. Pour nous, elle est dès maintenant incontournable en chirurgie endodontique moderne.

A thick, dark blue vertical bar runs down the left side of the page. A horizontal blue arrow points to the right, overlapping the vertical bar.

*REFERENCES*

*BIBLIOGRAPHIQUES*

A series of thin, light blue lines curve upwards from the bottom left corner, resembling stylized grass or reeds.

### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

1. ROTSTEIN I, INGLE JI. Ingle's ENDODONTICS 7: PMPH USA; 2019.
2. Orstavik D. Essential endodontology: prevention and treatment of apical periodontitis: John Wiley & Sons; 2020.
3. Robiony M, Polini F, Costa F, Vercellotti T, Politi M. Piezoelectric bone cutting in multipiece maxillary osteotomies. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2004;62(6):759-61.
4. Abella F, Ribot J, Doria G, Duran-Sindreu F, Roig-Cayón M. Applications of Piezoelectric Surgery in Endodontic Surgery: A Literature Review. *Journal of endodontics*. 2014;40:325-32.
5. Torabinejad M, Fouad A, Shabahang S. Endodontics e-book: Principles and practice: Elsevier Health Sciences; 2020.
6. Garg N GA. Textbook of endodontics: Boydell & Brewer Ltd; 2014
7. Versiani MA BB, Sousa-Neto MD. The root canal anatomy in permanent dentition: Springer; 2019.
8. BENDOUKHA DM. Directeur de thèse: Pr Sid Ahmed SERRADJ Co-directeur: Pr Fatma BOUZOUINA: Université d'Oran; 2019.
9. Elsyad MA, Mahanna FF, Elshahat MA, Elshoukouki AH. Locators versus magnetic attachment effect on peri-implant tissue health of immediate loaded two implants retaining a mandibular overdenture: a 1-year randomised trial. *Journal of oral rehabilitation*. 2016;43(4):297-305.
10. Torabinejad M, Rubinstein R. The Art and Science of Contemporary Surgical Endodontics: Quintessence Publishing Co, Inc; 2019.
11. Gopikrishna V, Chandra BS. GROSSMAN'S ENDODONTIC PRACTICE india: Wolters Kluwer (India) Pvt. Ltd., New Delhi; 2021.
12. Torabinejad M, Fouad A, Walton RE, Lévy G. Endodontie: principes et pratique: Elsevier Masson; 2015.
13. Piette E, Goldberg M. La dent normale et pathologique: De Boeck Supérieur; 2001.
14. Simon S, Berdal A. Biologie de la pulpe. Endodontie-Editions CdP. 2015.
15. Khayat B, Michonneau J-C. Chirurgie endodontique ou endodontie chirurgicale? *INFORMATION DENTAIRE*. 2006;88(26):1523.
16. BENABDA M, BENTOUBAL R, BERGOUG B, CHAABANE W, TOUIL M. La Chirurgie endodontique : Ultime recours de l'endodontie Faculté de Médecine Département de médecine dentaire: Université de SAAD DAHLEB BLIDA 2019.
17. Becker M. Critères de décision d'une chirurgie apicale par l'évaluation du pronostic: Université de Lorraine; 2012.
18. M PJM. BDS Current Therapy in Endodontics 2016.
19. TRAND KHAYAT GJ. la chirurgie endodontique tout simplement. 2016
20. Rotstein I, Ingle JI. Ingle's endodontics: PMPH USA; 2019.
21. ML BSCBL, PhD (Lond) LRE, FDS RCS (Eng) MU. MRD Harty's endodontics in clinical practice Sixth edition: sixth ed: Elsevier; 2010.
22. Simon S, Machtou P, Pertot W. Endodontie-Editions CdP: Initiatives Sante; 2015.
23. Walton RJPL, Ed. Contemporary Oral, Surgery M. Principles of Endodontic Surgery. 2003:380-404.
24. journal ESoEJle. Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. 2006;39(12):921-30.
25. Bjørndal L, Kirkevang L-L, J. W. Textbook of endodontology: John Wiley & Sons; 2018.
26. Lanfranchi M. La chirurgie endodontique: protocole opératoire et comparaison des matériaux d'obturation: Éditeur inconnu; 2016.
27. Molliex S, Pierre S, Bléry C, Marret E, Beloeil H, editors. Examens préinterventionnels systématiques. *Annales francaises d'anesthesie et de reanimation*; 2012.
28. C É. Examens biologiques pré-opératoires. *Option/Bio*. 2009;20(420):11-4.
29. Rerhrhaye M, Abdellaoui L, Bouziane A, Ennibi O. Le bilan biologique en odontostomatologie: intérêt et interprétation. *Actualités odonto-stomatologiques*. 2010(250):117-35.

30. Berthélémy S. L'hémogramme ou numération-formule sanguine. Actualités Pharmaceutiques. 2014;53(538):53-5.
31. Kottler D. Plaies chroniques et facteurs de risque infectieux liés à l'hôte. Revue Francophone de Cicatrisation. 2017;1(2):13-4.
32. Richard T, Buttafuoco F, Vanhaeverbeek M, Cherifi S. Association entre le diabète et l'infection: quelle preuve d'un rôle causal de l'hyperglycémie? Rev Med Brux. 2018;39:495-504.
33. Cohen, al. - Unknown - Indications et protocole chirurgical Prise de décision en chirurgie endodontique. 2016.
34. Ananad S, Soujanya E, Raju A, Swathi A. Endodontic microsurgery: An overview. Dentistry and Medical Research. 2015;3(2):31.
35. Bjørndal L, Kirkevang L-L, Whitworth J. Textbook of endodontology: John Wiley & Sons; 2018.
36. Kim S, Kratchman S, Karabucak B, Kohli M, F S. Microsurgery in Endodontics: Wiley; 2018.
37. V C. La chirurgie apicale : les données acquises de la science. 2013.
38. L M. La chirurgie endodontique : protocole opératoire et comparaison des matériaux d'obturation. . 2016.
39. Abusrewil SM, McLean W, Scott JA. The use of Bioceramics as root-end filling materials in periradicular surgery: A literature review. The Saudi dental journal. 2018;30(4):273-82.
40. Khayat B, Jouanny G. La chirurgie endodontique tout simplement 2018. 198 p.
41. SIMON S, MACHTOU P, PERTOT W-J. Endodontie. france: Wolters Kluwer 2012.
42. Castellucci A. MICROSURGICAL ENDODONTICS. FIRST ed: Edra S.p.A.; 2019.
43. Gopikrishna V. Grossman's endodontics. India: Wolters Kluwer Health; 2021.
44. Kim S, Kratchman S. Microsurgery in Endodontics. First ed: JohnWiley & Sons, Inc; 2018.
45. Merino EM. Endodontic microsurgery: Quintessence London; 2009.
46. Gaudy J-F, Bilweis C, Lazaroo B, Tilotta F. Incisions et sutures: Wolters Kluwer France; 2007.
47. Hargreaves KM, Cohen S, Berman LH. Cohen's pathways of the pulp: Mosby Elsevier; 2011.
48. Seigneuric F., Seigneuric J.-B. Avulsion des dents incluses : troisièmes molaires. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Médecine buccale, 28-755-P-10, 2010, Stomatologie, 22-095-A-10, 2010.
49. Peivandi A, Bugnet R, Debize E, Gleizal A, Dohan DM. [Piezoelectric osteotomy: applications in periodontal and implant surgery]. Rev Stomatol Chir Maxillofac. 2007;108(5):431-40.
50. Garcia S, Kunitz E, Sampson K. Piezoelectric effect and its applications. 1998.
51. Lea S, Price G, Walmsley AJUs. A study to determine whether cavitation occurs around dental ultrasonic scaling instruments. 2005;12(3):233-6.
52. Stübinger S, Kuttenger J, Filippi A, Sader R, Zeilhofer H-FJoo, surgery m. Intraoral piezosurgery: preliminary results of a new technique. 2005;63(9):1283-7.
53. Horton JE, Tarpley Jr TM, Jacoway JRJOS, Oral Medicine, Oral Pathology. Clinical applications of ultrasonic instrumentation in the surgical removal of bone. 1981;51(3):236-42.
54. Khambay B, Walmsley AJJod. Investigations into the use of an ultrasonic chisel to cut bone. Part 1: forces applied by clinicians. 2000;28(1):31-7.
55. Khambay B, Walmsley AJJod. Investigations into the use of an ultrasonic chisel to cut bone. Part 2: cutting ability. 2000;28(1):39-44.
56. Robiony M, Polini F, Costa F, Vercellotti T, Politi MJJoO, Surgery M. Piezoelectric bone cutting in multipiece maxillary osteotomies. 2004;62(6):759-61.
57. BEAU DT. APPLICATIONS CHIRURGICALES DE LA PIEZOCHIRURGIE EN IMPLANTOLOGIE. 2016.
58. Agarwal E, Masamatti SS, Kumar AJJoc, JCDR dr. Escalating role of piezosurgery in dental therapeutics. 2014;8(10):ZE08.
59. Vercellotti T. Piezoelectric Bone Surgery: A New Paradigm: Quintessence Publishing Company, Incorporated; 2020.

60. Leclercq P, Dohan DJI. De l'intérêt du bistouri ultrasonore en implantologie: technologies, applications cliniques: 1re partie: technologies. 2004;13(3):151-7.
61. Vercellotti T. Technological characteristics and clinical indications of piezoelectric bone surgery. 2004;53(5):207-14.
62. Rashad A, Kaiser A, Prochnow N, Schmitz I, Hoffmann E, Maurer PJ. Heat production during different ultrasonic and conventional osteotomy preparations for dental implants. 2011;22(12):1361-5.
63. Vercellotti T. Essentials in piezosurgery: Clinical advantages in dentistry: Quintessence; 2009.
64. Carranza F. Newman And Carranza's Clinical Periodontology. China: WB Saunders Elsevier; 2019.
65. Vercellotti T, Crovace A, Palermo A, Molfetta AJMJS. The piezoelectric osteotomy in orthopedics: clinical and histological evaluations (pilot study in animals). 2001;9:89-96.
66. Eggers G, Klein J, Blank J, Hassfeld SJB. Piezosurgery®: an ultrasound device for cutting bone and its use and limitations in maxillofacial surgery. 2004;42(5):451-3.
67. Stoetzer M, Magel A, Kampmann A, Lemound J, Gellrich N-C, von See CJG. Subperiosteal preparation using a new piezoelectric device: a histological examination. 2014;3.
68. Leclercq P, Dohan D. De l'intérêt du bistouri ultrasonore en implantologie : technologies, applications cliniques 1re partie: Implantodontie. 2004;13(3):151-7.
69. K. J. Apport de la piézo-électricité en chirurgie implantaire. [http:// www.abcdentfr.com](http://www.abcdentfr.com).
70. J K. Intérêt du bistouri piezo-électrique en chirurgie buccale. Lettre Stomatol. 2006;32(11):23-25.
71. (Laboratoire) MS. Piezosurgery. Livret clinique. Carasco : Mectron 2007.
72. Merignac. (Laboratoire). SAE. Piezotome. Livret clinique. Satelec Acteon Equipement.
73. (Laboratoire) AS. Surgysonic. Livret clinique. Moissy-Cramayel : Amtech 2006.
74. EF. Piezon Amtech L. Master Surgery. Livret clinique. Vélizy-villacoublay .EMS France, 2006.
75. Abella F, de Ribot J, Doria G, Duran-Sindreu F, Roig M. Applications of piezoelectric surgery in endodontic surgery: a literature review. Journal of endodontics. 2014;40(3):325-32.
76. Berengo M, Bacci C, Sartori M, Perini A, Della Barbara M, Valente MJ. Histomorphometric evaluation of bone grafts harvested by different methods. 2006;55(4):189.
77. Schlee M, Steigmann M, Bratu E, Garg AK. Piezosurgery: basics and possibilities. 2006;15(4):334-40.
78. Happe AJ. Use of a piezoelectric surgical device to harvest bone grafts from the mandibular ramus: report of 40 cases. 2007;27(3).
79. Magrin GL, Sigua-Rodriguez EA, Goulart DR, Asprino LJ. Piezosurgery in bone augmentation procedures previous to dental implant surgery: a review of the literature. 2015;9:426.
80. Sohn D-S, Ahn M-R, Lee W-H, Yeo D-S, Lim S-Y. Piezoelectric osteotomy for intraoral harvesting of bone blocks. 2007;27(2):127.
81. Princ G, Piral T, Gaudy J-F, Henriot E, Moret M, Salmon B. Chirurgie osseuse préimplantaire- Editions CdP: 2e édition: Initiatives Sante; 2015.
82. Peivandi A, Bugnet R, Debize E, Gleizal A, Dohan DJ. L'ostéotomie piézoélectrique: applications en chirurgie parodontale et implantaire. 2007;108(5):431-40.
83. Rajesh N, Poornima R. Ridge augmentation of Class III ridge defect using piezosurgery with autogenous chin graft followed by implant placement: A 6 months follow-up interventional study. Journal of Multidisciplinary Dental Research. 2020;6(2):53-8.
84. Vu DD, Brockhoff HC, 2nd, Yates DM, Finn R, Phillips C. Course of the mandibular incisive canal and its impact on harvesting symphysis bone grafts. J Oral Maxillofac Surg. 2015;73(2):258 e1-e12.
85. Naik A, Tiwari S, Devi P, Mallikarjun S. Magnification in dental practice: How useful is it? Journal of Health Research and Reviews. 2015;2(2).
86. Dubedout J. Apports de la piézochirurgie dans les compléments de sinus par voie latérale: Université Toulouse III-Paul Sabatier; 2015.

87. Kwon E-Y, Jung K-H, Kim S-Y, Jeon H-M, Choi Y-K, Joo J-Y, JoDR, et al. Guided tissue regeneration therapy after root canal therapy for long standing periodontal-endodontic combined lesion in the mandibular anterior area: case report. 2019;35(1):46-54.
88. BENNOUI.I, BELAID.H H, SGHIR.A. Intérêt de la fibrine riche en plaquettes (PRF) dans la prescription médicamenteuse après chirurgie endodontique en association avec les matériaux biocéramiques (série de cas). 2020.
89. BEKHTI M, BALLOUT K, I. B. Intérêts des matériaux d'obturation à rétro utilisés en chirurgie endodontique: évaluation clinique de trois matériaux d'obturation rétrograde: BIOCERAMIQUE, MTA® et IRM®(série de cas). 2018.
90. Yazbeck S. Taux de succès de la microchirurgie endodontique: étude rétrospective de cas de chirurgies réalisées au sein d'un cabinet dentaire parisien: Université Toulouse III-Paul Sabatier; 2016.
91. Kim S, Kratchman S, Karabucak B, Kohli M, Setzer F. Microsurgery in endodontics: John Wiley & Sons; 2017.
92. Ricucci D, Grande NM, Plotino G, Tay FR, Joe. Histologic response of human pulp and periapical tissues to tricalcium silicate-based materials: a series of successfully treated cases. 2020;46(2):307-17.
93. Wang ZJ, et al. Bioceramic materials in endodontics. 2015;32(1):3-30.
94. Abusrewil SM, McLean W, Scott JAJ, Tsdj. The use of Bioceramics as root-end filling materials in periradicular surgery: A literature review. 2018;30(4):273-82.
95. Raghavendra SS, Jadhav GR, Gathani KM, Kotadia PJJ, IU, FoD. Bioceramics in endodontics—a review. 2017;51(3 Suppl 1):S128.
96. Pappalardo S, Guarnieri R. Randomized clinical study comparing piezosurgery and conventional rotatory surgery in mandibular cyst enucleation. J Craniomaxillofac Surg. 2014;42(5):e80-5.
97. Vertommen C. La chirurgie apicale: les données acquises de la science: Université de Lorraine; 2013.
98. Kim S, Kratchman S, Karabucak B, Kohli M, Setzer F. Microsurgery in endodontics: John Wiley & Sons; 2018.
99. Chiriac G, Herten M, Schwarz F, Rothamel D, Becker JJ, Jocp. Autogenous bone chips: influence of a new piezoelectric device (Piezosurgery®) on chip morphology, cell viability and differentiation. 2005;32(9):994-9.
100. Delilbasi C, Gurler G. Comparison of piezosurgery and conventional rotative instruments in direct sinus lifting. Implant dentistry. 2013;22(6):662-5.
101. Greenstein G, Cavallaro J, Romanos G, Tarnow D. Clinical recommendations for avoiding and managing surgical complications associated with implant dentistry: a review. Journal of periodontology. 2008;79(8):1317-29.
102. Torrella F, Pitarch J, Cabanes G, Anitua E. Ultrasonic osteotomy for the surgical approach of the maxillary sinus: a technical note. International Journal of oral & maxillofacial implants. 1998;13(5).
103. Heinemann F, Hasan I, Kunert-Keil C, Götz W, Gedrange T, Spassov A, et al. Experimental and histological investigations of the bone using two different oscillating osteotomy techniques compared with conventional rotary osteotomy. Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger. 2012;194(2):165-70.
104. Maiti N, Jethi N, Kaur M, Agrawal P, Kaur R, Choudhary A, et al. Effect of Piezo on Intraoperative Hemorrhage Control in Endodontic Microsurgical Procedure: An Original Research. 2020:655-9.
105. Mir RA. Platelet rich fibrin (PRF) in the surgical management of periapical lesions: A research article. 2019.
106. Hirsch V, Kohli MR, Kim SJ, Rd, endodontics. Apicoectomy of maxillary anterior teeth through a piezoelectric bony-window osteotomy: two case reports introducing a new technique to preserve cortical bone. 2016;41(4):310-5.

# ANNEXES





## Consentement éclairé

J'ai l'honneur d'éclairer le plan de traitement de la chirurgie endodontique moderne que vous allez subir sur la dent ..... Présentant .....et cela au niveau du service de pathologie et chirurgie bucco dentaire CHU Tlemcen.

Le Protocol opératoire est le suivant :

- Anesthésie
- Décollement du lambeau
- Ostéotomie piézoélectrique
- Curetage apical, résection et obturation canalaire rétrograde
- Repositionnement du lambeau et sutures.

Les échecs éventuels sont :

- Complications postopératoires
  - Œdème post opératoire
  - Douleurs poste opératoire
  - Récession gingivale
  - Mobilité dentaire
- Risque de pousser vers l'extraction de la dent

Je soussigné(e) .....âgé(e) de .....déclare que je consens subir cette intervention.

Patient(e) intéressé(e) :

Tlemcen le .../.../.....

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**Ministère de l'enseignement supérieure et recherche**  
**scientifique**  
**Faculté de Médecine Tlemcen**

ⵜⴰⵎⴰⵏⵜ ⴰⵎⴰⵏⴰⵏⵜ ⴰⵏⴰⵎⴰⵏⴰⵏⵜ ⴰⵏⴰⵎⴰⵏⴰⵏⵜ  
UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAÏD-  
TLEMEN  
FACULTE DE MEDECINE -  
Dr. B. BENZERDJEB



جامعة أبو بكر بلقايد - تلمسان  
كلية الطب  
د. ب. بن زرجب

DEPARTEMENT : MEDECINE DENTAIRE

SERVICE DE PATHOLOGIE ET CHIRURGIE BUCCALES

Noms des internes en Médecine Dentaire : BERRACHED Ikram Tlemcen le  
BENYOUB Amel Rania  
BOUDIEB Affaf Amel

A Monsieur le chef service pathologie et chirurgie bucco-dentaire

**Objet :** Demande d'autorisation de la pratique de chirurgie endodontique au sein du service de pathologie et chirurgie bucco-dentaire CHU Tlemcen

Monsieur le chef service,

Nous avons l'honneur de vous solliciter votre haute et bienveillance de bien vouloir accepter notre demande d'autorisation pour pouvoir pratiquer des chirurgies endodontiques au sein de service de pathologie et chirurgie buccale sous l'encadrement de Docteur BOUDJELLAL dans le cadre de notre mémoire de fin d'étude intitulé : **implication de la piezochirurgie dans la pratique de la chirurgie endodontique moderne (série des cas )** sur une durée de 6 mois allant de 01/21 jusqu'au 06/21.

Dans l'attente d'une réponse favorable, veuillez agréer monsieur le chef service, nos salutations.

**Chef de service**

#### Résumé :

Le succès de toute modalité de traitement en dentisterie dépend des outils par lesquels le traitement est effectué. La chirurgie endodontique traditionnelle utilise comme outils de coupe de tissus durs la pièce à main micromoteur, dont la quantité et la qualité de l'extraction des tissus durs déterminent le résultat postopératoire de toute intervention chirurgicale dentaire. Récemment, la chirurgie endodontique moderne a bénéficié d'avancées tout en gardant ces principes fondamentaux et pour faciliter la mise en œuvre de cette technique minimalement invasive, la piezochirurgie par ses propriétés prouvées rend l'ostéotomie plus précise et sécurisante par sa sélectivité de coupe, donne une meilleure visibilité des champs opératoires et réduit les suites post-opératoire comme elle donne un confort pour le malade et son praticien.

Notre étude a été conçue comme un essai clinique sur des patients présentés en consultation au service de pathologie et chirurgie bucco-dentaire CHU Tlemcen, au nombre de 06 malades, en bonne santé générale, âgés entre 10-50 ans et présentant des dents du bloc incisivo-canin maxillaire et mandibulaire dont 10 dents étaient résequées répondant aux exigences des indications de la chirurgie endodontique. Une ostéotomie piézo-électrique était effectuée.

Les patients ont été répartis en deux groupes :

Groupe 1 regroupe 5 patients avec 7 dents dans l'ensemble bénéficiant de la piezochirurgie, groupe 2 présente une patiente avec 3 dents qui a bénéficié d'une ostéotomie conventionnelle. Toutes les techniques ont été précédées par un examen clinique et radiologique minutieux, une information du protocole opératoire suivie d'un consentement éclairé, mise en confort du patient et enfin un bilan biologique, d'hémostase et de sérologie a été fait pour chaque malade. L'évaluation clinique et radiographique après deux semaines, un mois, 3 mois et 6 mois a été réalisée. Les fiches cliniques ont été saisies sur une base de données informatique (IBM SPSS v21). Les données ont été analysées en utilisant IBM SPSS Statistique v21 et Excel Microsoft Office 2016 qui a montré des valeurs statistiquement significatives dans le groupe 1 par rapport à l'autre groupe. A partir de nos résultats, on a pu confirmer que les propriétés des ultrasons piézoélectriques peuvent influencer l'ostéotomie lors de la chirurgie endodontique moderne et induisent une cicatrisation et régénération osseuse excellente.

**Mots clés :** chirurgie endodontique, ostéotomie piézoélectrique, cicatrisation et régénération osseuse

#### Absrat :

The success of any treatment modality in dentistry depends on the tools by which the treatment is performed. Traditional endodontic surgery uses the micromotor handpiece as the hard tissue cutting tool, and the quantity and quality of hard tissue extraction determines the postoperative outcome of any dental surgery. Recently, modern endodontic surgery has benefited from advances while keeping these fundamental principles and to facilitate the implementation of this minimally invasive technique, piezosurgery by its proven properties makes the osteotomy more precise and safe by its selectivity of cutting, gives a better visibility of the operating fields and reduces the postoperative follow up as it gives comfort for the patient and his practitioner.

Our study was designed as a clinical trial on patients presented in consultation to the service of pathology and oral surgery at the University Hospital of Tlemcen, numbering 06 patients, in good general health, aged between 10-50 years and presenting teeth of the maxillary and mandibular incisivo-canine block, of which 10 teeth were resected meeting the requirements of the indications of endodontic surgery. piezoelectric osteotomy was performed.

The patients were divided into two groups:

Group 1 includes 5 patients with 7 teeth in all benefit from piezosurgery, group 2 presents a patient with 3 teeth who benefited from a conventional osteotomy. All the techniques were preceded by a meticulous clinical and radiological examination, an information of the operative protocol followed by a clear consent, putting in comfort of the patient and finally a biological assessment, of hemostasis and serology was made for each patient. Clinical and radiographic evaluation after two weeks, one month, 3 months and 6 months was performed. Clinical records were entered into a computer database (IBM SPSS v21). The data were analyzed using IBM SPSS Statistical v21 and Excel Microsoft Office 2016 which showed statistically significant values in group 1 compared to the other group.

From our results, we could confirm that the properties of piezoelectric ultrasound can influence the osteotomy in modern endodontic surgery and induce excellent healing and bone regeneration

**Keywords:** endodontic surgery, piezoelectric osteotomy, healing and bone regeneration