

## **Conclusion :**

Actuellement, la dentisterie tend à être de moins en moins invasive. Les ultrasons semblent être une excellente alternative aux fraises diamantées qui ont un effet de coupe plus difficile à contrôler.

Le développement de nombreux inserts spécifiques et complémentaires a permis d'élargir le champ d'applications des ultrasons dans la dentisterie quotidienne. Utilisés avec rigueur afin de ne pas provoquer d'action iatrogène, ils présentent de nombreux avantages : leur facilité d'utilisation, l'augmentation de la visibilité du champ opératoire grâce aux inserts fins, un effet de coupe mieux contrôlé des tissus sains et un accès aux zones difficiles plus aisé.

Lors de la planification endodontique, il est important d'intégrer les ultrasons dans notre arsenal thérapeutique. En effet, ils sont utilisés à chacune des étapes du traitement endodontique.

Ils permettent d'obtenir un champ de vision constamment dégagé. Ils sont d'une aide précieuse lors du retrait d'instruments fracturés ou d'ancrages corono-radiculaires. Ils ont également révolutionné la chirurgie apicale : grâce à leurs inserts angulés, l'accès et la taille des cavités a retro sont simplifiées, entraînant un traitement de meilleure qualité.

Cependant, les ultrasons ne peuvent prétendre remplacer en toutes situations les limes et les broches. Ils constituent tout de même une aide remarquable élargissant les possibilités thérapeutiques lors de l'irrigation. Les instruments rotatifs et à ultrasons cohabitent donc dans le plateau technique des praticiens pour offrir la solution la plus adaptée aux différentes éventualités cliniques et augmenter le champ des actes thérapeutiques.

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**UNIVERSITE SAAD DAHLAB-BLIDA «1»**



**FACULTE DE MEDECINE**  
**DEPARTEMENT DE CHIRURGIE DENTAIRE**

**Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du Diplôme**  
**Doctorat En Médecine Dentaire**

**Les ultrasons en endodontie**

Présenté et soutenu : Juillet 2018

**Par :**

- *M<sup>elle</sup> ABBAD CHAHINDA*
- *M<sup>elle</sup> EZZEROUG EZZRAIMI FELLA*
- *Mr BOUCHIBA AYOUB*
- *M<sup>elle</sup> HAMAMOU DALAL*
- *M<sup>elle</sup> MAZOUNI YAMINA*

*DR ZAIDI .A*      Maitre assistante en odontologie conservatrice et endodontie      Encadreur

**Devant le jury constitué de :**

*DR CHARIF .H*      Maitre-assistante en odontologie conservatrice et endodontie      Présidente

*DR GHRIBALAH .M*      Maitre-assistante en odontologie conservatrice et endodontie      Examinatrice

**Année universitaire : 2017/2018**

# Remercîments

**A notre directrice de jury**

**Madame zaidi amel**

- Docteur en médecine dentaire
- spécialiste en odontologie conservatrice et endodontie
- maitre assistante –université Saad dahleb 1-
- une praticienne hospitalière –CHU BLIDA-

*Nous vous remercions d'avoir accepté de diriger ce Travail.*

*Nous vous remercions pour votre aide précieuse dans l'élaboration de ce travail ainsi pour tout ce que vous nous avez apporté comme connaissances et conseils au cours de nos années d'études.*

*Permettez-nous de vous exprimer toute notre admiration et notre gratitude pour votre patience votre bienveillance et votre soutien qui nous a été précieux afin de mener notre travail à bon port.*

*Merci*

**A notre présidente de jury**

**Madame Charif hind**

-Docteur en médecine dentaire

-spécialiste en odontologie conservatrice et endodontie –maitre assistante –université Saad dahleb 1-

-une praticienne hospitalière –chu blida-

*Vous nous a fait honneur d'accepter la présidence de ce jury de thèse ; nous tenions à vous assurer ici de notre sincère gratitude.*

*Veillez trouver dans ce travail l'expression de notre profond respect pour l'enseignement que vous nous avez dispensés avec gentillesse et pédagogie.*

*Merci*

**A notre examinatrice de juré**

**Madame Ghriballah Meriem**

-Docteur en médecine dentaire

-spécialiste en odontologie conservatrice et endodontie

–maitre assistante –université Saad dahleb 1-

-une praticienne hospitalière –chu Blida-

*Nous vous remercions d'avoir accepté avec une très grande  
amabilité de siéger parmi notre jury de thèse.*

*Veillez trouver dans ce travail l'expression de notre  
reconnaissance et de notre profonde considération*

*Merci*

Abbad chahinda

A vous mes parents, pour votre soutien depuis toujours et tout au long de mes études, vous avez toujours su me pousser vers le haut et me fournir un appui lorsque j'en avais besoins. Ces remerciements ne sont rien en comparaison de la reconnaissance que je vous apporte.

A ma mère ma force, tu as tout surmonté avec moi, mes succès, mes échecs, tu as supporté mon stress, ma peur et le nombre interminable d'examens, merci ma chère mama.

A mon père mon héros, tu m'as encouragé et soutenu tout au long de mes études.

A ma sœur Sara Darine, merci d'avoir été la quand personne d'autre ne l'était.

A mes frères Ayoub ; Chahine ;Ihab.

A Amina Doumi, merci de m'avoir forcé à étudier à chaque fois que je n'avais pas envie.

A Docteur Bafi, vous m'avez apporté de l'aide durant mon stage pratique.

A monsieur Belkhos mon prof de math au lycée.

Dans l'impossibilité de citer tous les noms ; mes sincères remerciements vont à tous ceux et celle ; qui de près ou de loin ;ont permis par leurs conseils et leurs compétence la réalisation de ce mémoire.

Bouchiba Ayoub

*Tout d'abord je tiens à remercier Dieu le tout puissant, qui nous a procuré la force et la patience pour surmonter les obstacles et réaliser ce travail.*

*En second lieu, je remercie notre promotrice Dr Zaidi, qui nous a illuminé le chemin durant toute la période de travail avec sa sagesse son conseil précieux et son énorme aide.*

*Je remercie vivement les membres de jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche .*

*Je remercie mes parents qui par leurs prières, sacrifices soutien et contributions m'ont aidé à achever le cursus.*

*Je remercie aussi mes amis et tout le personnel de département de médecine dentaire.*

*Je remercie mes consœurs Fella , Amina, Dallel et Chahinda pour les efforts fournis durant cette année .*

*Enfin, je remercie toute personne qui a participé de près ou de loin (surtout le papa de Fella ) à élaborer ce modeste travail .*

Ezzeroug ezzraimi Fella

Je tiens tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

*Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à ma promotrice docteur zaidi amel , Je la remercie de m'avoir encadré, orienté, aidé et conseillé.*

*J'adresse mes sincères remerciements à tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé mes réflexions et ont accepté de me rencontrer et répondre à mes questions durant mes recherches.*

*Je remercie mes très chers parents, Mohamed et Fatima zahra, Maman merci pour ton soutien, ton aide, ton amour, et pour tous les sacrifices que tu as fait pour moi. Papa merci d'être le meilleur des pères, vous êtes mon repère, que dieu vous procure une bonne santé et une longue vie.*

*Je remercie ma sœur Meriem, mon frère rafik, ma nièce Lamis, mon beau-frère Mohamed et ma belle-sœur Malia pour leur encouragement. Je remercie particulièrement sidahmed qui a toujours été là pour moi.*

*Je tiens à remercier mes Amies que j'aime tant Faiza, Yasmine, Nesrin et Sarah pour leur amitié, leur soutien inconditionnel et leur encouragement.*

*Enfin, je remercie Ayoub, Dalel, amina , chahinda Pour leur efforts ,sincère amitié et confiance, et à qui je dois ma reconnaissance et mon attachement.*

*À tous ces intervenants, je présente mes remerciements, mon respect et ma gratitude.*

## HAMAMOU Dalal

*En préambule à ce mémoire je remercie Allah qui m'a aidé et m'a donné la patience et le courage durant ces longues années d'études.*

*Je voudrais tout d'abord adresser toute ma gratitude à vous ma promotrice Docteur ZAIDI.A pour votre patience, votre disponibilité et vos judicieux conseils.*

*À vous ma mère, votre prière, votre bénédiction m'ont été d'un secours pour mener à bien mes études. Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que vous méritez, tous les sacrifices que vous n'avez cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte, je vous dédie ce travail en témoignage de mon profond amour, puisse dieu vous accorder santé, longue vie et bonheur.*

*À vous mon père, aucune dédicace ne saurait exprimer l'estime et le respect que je porte pour vous, je vous souhaite vie pleine de santé et de bonheur.*

*À vous mon frère Abd El Djalil, à votre épouse Imene, et bien sûr le petit Laïd Mohamed Ali, je vous souhaite la joie, la santé et la sérénité.*

*À toi ma petite sœur Ramla, tu étais présente dans tous mes moments d'examens, je te souhaite un avenir plein de joie et de réussite.*

*À vous très cher grand père Laïd, veuillez trouver dans ce modeste travail ma reconnaissance pour tous vos efforts, que dieu vous garde pour nous.*

*À vous très cher oncle Nadjji, vous avez toujours été présent avec les bons conseils, je vous souhaite tout le bonheur, la santé et la réussite.*

*À vous très cher oncle Fateh, je sais que vous êtes fière de moi, que dieu vous accorde une vie pleine de santé.*

*À la mémoire de mon grand-père Mohamed, mes grands-mères Zohra et Nadja. Que Dieu leur apporte paix et miséricorde.*

*À toute la famille HAMAMOU, et la famille TAHRAOUI.*

*À vous mes professeurs merci pour tous vos efforts durant mon cursus universitaire, particulièrement à vous Dr.SAHRAOUI.M. À vous ma prof de sciences Mme.DJEDYET.F. À vous Dr.MESSAH.N, Dr.DJELLAKH.H, Dr.LAROUSSE.O de m'avoir aidé durant mon stage pratique.*

*À tous les membres du groupe, Fella, Chahinda, Amina et Ayoub, grâce à vous que nous avons pu réaliser ce mémoire, je vous souhaite toute la réussite.*

*À toi ma meilleure amie Imene, À toi ma chère copine Yasmine, je vous souhaite une vie pleine de joie, de santé et de bonheur.*

*À vous mes chers amis du groupe « I », En témoignage de l'amitié qui nous a uni et des souvenirs de tous les moments que nous avons passé ensemble.*

## **Mazouni Yamina :**

*Je dédie ce modeste travail à toute personne qui a œuvré et qui a fait de moi ce que je suis aujourd'hui ; grâce Allah et mon directeur de recherche j'ai pu accomplir un travail dont je suis fière.*

*Je le dédie également à mon défunt père ; parti un peu trop tôt mais qui j'espère avoir glorifié grâce à ce diplôme et à ce travail.*

*À ma mère pour son soutien et sa présence tout au long de mes études, merci pour tous les sacrifices que tu as fait à mon égard.*

*À mes frères et sœur pour leurs présences et leurs encouragements. Je remercie chaleureusement mon binôme Chaima ; merci pour ta présence ta patience et ton encouragement.*

*À mes amies ( Souilla ,Sara ,Hadjer,Madjda,Nabila,Nawel,Naila ,Meriem,maya et Ludmilla ) des personnes qui ont cru en moi Et m'ont poussés d'avantage à travailler*

*À mes chers collègues et amis (Amina D ,Amira ,Bouchra , Sara , Selma ,hind , Ihcene ,Sarah ,Randa ,Maroua ,Dalel,Fedoua Mohamed et Achraf ) merci pour les bons moments qu'on a passé ensemble .*

*un grand merci à mon groupe de recherche (Ayoub, Fella , Chahinda et Dalel ) .*

*Merci également à tous mes profs qui m'ont toujours aidés dans mon cursus universitaire et dans la pratique clinique*

*Un grand merci à docteur Bilel Aguedal pour son encadrement durant mes stages pratiques merci pour votre aide , vos conseils et votre motivation .*

*Un énorme **MERCI** à vous mr Ezzeroug Ezzraimi Mohamed pour l'aide que vous nous avez apporté pour finir ce travail pénible. Avec vous tout semble plus facile !*

*Mes remerciements à vous tous .*

# S O M M A I R E

	Page
<b>Chapitre 1 : Introduction</b> .....	<b>4</b>
1.1 Historique .....	<b>5</b>
1.2 Les objectifs de l'utilisations des ultrasons:.....	<b>6</b>
<b>Chapitre 2 : Les ultrasons et les vibrations</b> .....	<b>7</b>
2.1 Définitions .....	<b>7</b>
2.1.1 Le son .....	<b>7</b>
2.1.1.1 Production des sons : la source:.....	<b>7</b>
2.1.1.2 Propagation des sons : le milieu :.....	<b>7</b>
2.1.1.3 Le récepteur :L'oreille :.....	<b>8</b>
2.1.2 Sonique .....	<b>8</b>
2.1.3 Le spectre sonore .....	<b>8</b>
2.1.4 Les ultrasons .....	<b>8</b>
2.2 Les générateurs d'ultrasons .....	<b>9</b>
2.2.1 La production des ultrasons:.....	<b>9</b>
2.3 Les inserts ultrasoniques:.....	<b>10</b>
2.4 Les effets des ultrasons .....	<b>10</b>
2.4.1 Les effets biologiques des ultrasons .....	<b>10</b>
2.4.1.1 Les effets thermiques .....	<b>11</b>
2.4.1.2 La cavitation .....	<b>11</b>
2.4.1.2.1 Le microcourant .....	<b>13</b>
2.4.1.2.2 Les réactions sono-chimiques .....	<b>14</b>
2.4.1.3 La production d'aérosols .....	<b>14</b>
2.4.1.4 Les effets sur l'audition de l'opérateur ou celle du patient .....	<b>16</b>
2.4.1.5 Les effets sur le toucher de l'opérateur .....	<b>17</b>
2.4.2 Les effets biomécaniques des ultrasons .....	<b>17</b>
2.4.2.1 Le martèlement .....	<b>17</b>
2.4.2.2 Le balayage .....	<b>18</b>
2.4.2.3 L'abrasion .....	<b>18</b>
2.5 Les indications des ultrasons .....	<b>19</b>
2.6 Les contres indications .....	<b>20</b>
2.6.1 Les maladies contagieuses .....	<b>20</b>
2.6.1.1 La tuberculose .....	<b>20</b>
2.6.1.2 L'hépatite B et VIH .....	<b>21</b>
2.6.2 Les patients immunodéprimés .....	<b>21</b>
2.6.3 Les tissus immatures .....	<b>21</b>
2.6.4 Le pacemaker .....	<b>22</b>
2.6.5 En présence d'un tissu cancéreux .....	<b>22</b>

<b>Chapitre 3 : L'utilisation des ultrasons en endodontie</b> .....	<b>23</b>
3.1 Aménagement de la cavité d'accès .....	<b>24</b>
3.1.1 Les inserts sonores .....	<b>25</b>
3.1.2 Les inserts Ultrasonores .....	<b>26</b>
3.1.2.1 Les insert cylindro-conique ET18D .....	<b>26</b>
3.1.2.2 Les inserts boules ETBD .....	<b>28</b>
3.2 L'intérêt des ultrasons dans l'irrigation des canaux radiculaires .....	<b>29</b>
3.2.1 Les solutions d'irrigation .....	<b>30</b>
3.2.1.1 Les agents antiseptiques .....	<b>30</b>
3.2.1.1.1 Hypochlorite de sodium .....	<b>30</b>
3.2.1.1.2 Digluconate de Chlorhexidine .....	<b>31</b>
3.2.1.2 Les agents chélateurs .....	<b>31</b>
3.2.1.2.1 Acide éthylène diamine tétra-acétique .....	<b>32</b>
3.2.1.2.2 Acide citrique .....	<b>32</b>
3.2.2. Irrigation ultrasonique .....	<b>32</b>
3.2.2.1 Dispositif ultrasonique utilisé pour l'activation de l'irrigation:.....	<b>33</b>
3.2.2.2 Mécanisme d'action .....	<b>36</b>
3.2.2.3 Les avantages de l'irrigation ultrasonique passive:.....	<b>37</b>
3.2.2.4 Les paramètres d'efficacité .....	<b>37</b>
3.2.3 Irrigation sonique .....	<b>38</b>
3.2.4 Justification de l'activation de la solution d'irrigation .....	<b>39</b>
3.2.5 Les conséquences sur la dynamique des fluides à l'intérieur du système canalaire:.....	<b>40</b>
3.2.6 Comparaison entre l'irrigation sonique et ultrasonique .....	<b>41</b>
3.2.7 Protocole d'activation de la solution d'irrigation .....	<b>41</b>
3.2.8 Complexité anatomique et irrigation aux ultrasons .....	<b>42</b>
3.2.8.1 Au niveau des canaux courbes ou présentant plusieurs courbures :....	<b>42</b>
3.2.8.2 Au niveau des isthmes .....	<b>42</b>
3.2.8.3 Au niveau des canaux latéraux .....	<b>44</b>
3.2.9 Les précautions à prendre lors de l'utilisation des inserts soniques et ultrasoniques .....	<b>45</b>
3.3 Intérêt des ultrasons dans l'obturation canalaire .....	<b>46</b>
3.3.1 Les inserts d'obturation canalaire .....	<b>46</b>
3.4 intérêt des ultrasons dans le retraitement endodontique .....	<b>47</b>
3.4.1 La dépose des reconstitutions corono-radiculaires .....	<b>48</b>
3.4.1.1 Les tenons lisses manufacturés .....	<b>50</b>
3.4.1.2 Les screw- post .....	<b>50</b>
3.4.1.3 Les tenons en fibre de carbone .....	<b>50</b>
3.4.1.4 Les inserts utilisés pour le descellement .....	<b>51</b>
3.4.1.4.1 Les inserts utilisés en martèlement .....	<b>51</b>
3.4.1.4.2 Les inserts utilisés en abrasions .....	<b>52</b>

3.4.2 Le retrait d'instrument fracturés dans les racines :.....	<b>53</b>
3.4.2.1 Le retrait dans le tier coronaire :.....	<b>56</b>
3.4.2.2 Le retrait dans le tier moyen :.....	<b>57</b>
4.4.2.2.1 Le contournement :.....	<b>58</b>
3.4.2.2.2 Le déserrage :.....	<b>58</b>
3.4.2.3 Le retrait dans le tier apical :.....	<b>58</b>
3.4.3 Le pronostic :.....	<b>60</b>
<b>Chapitre 4 : L'utilisation des ultrasons en chirurgie endodontique :.....</b>	<b>62</b>
4.1 Historique :.....	<b>62</b>
4.2 Inserts à ultrasons en chirurgie endodontique :.....	<b>63</b>
4.3 Recommandations d'usage des ultrasons en chirurgie endodontique :.....	<b>64</b>
4.4 Avantage de l'utilisation d'une instrumentation ultrasonore lors de la préparation apicale :.....	<b>64</b>
4.5 Caractéristiques des inserts à ultrasons en chirurgie Endodontique :.....	<b>64</b>
4.6 Différentes formes d'inserts utilisées dans la chirurgie endodontique :.....	<b>66</b>
4.6.1 Les inserts droits :.....	<b>66</b>
4.6.2 Les Inserts orientés :.....	<b>67</b>
4.7 Intérêt des ultrasons dans la préparation chirurgical des isthmes et des canaux en C et au tour des tenons :.....	<b>68</b>
4.7.1 La préparation des isthmes et des canaux en C .....	<b>68</b>
4.7.2 La préparation autour d'un tenon :.....	<b>69</b>
4.8 Les inconvénients de l'utilisation d'une instrumentation ultrasonore lors de la préparation apical :.....	<b>70</b>
<b>Conclusion :.....</b>	<b>71</b>

### Liste d'abréviations

Hz :	Hertz
MI :	Millilitre
Mn :	Minute
C :	Celsius
mm :	Millimètre
MEB :	Microscopie électronique à balayage
Naocl :	Hypochlorite de sodium
VIH :	Virus de l'immunodéficience humaine
DB :	Décibels
CEA :	Cavité d'accès endodontique
SIDA :	Syndrome d'immunodéficience acquise
IRM :	Imagerie par résonance magnétique
NITI :	Nickel titane
CLX :	Chlorexidine
EDTA :	Acide éthylène diamine Tétra acétique
Pui :	Passive ultrasonic irrigation
JCD :	Jonction cémento dentinaire
RTE :	Retraitement
LIPOE :	Lésion inflammatoire périradiculaire d'origine endontique

### **Chapitre 1 : Introduction :**

L'endodontie est une spécialité de la médecine dentaire. Elle consiste à faire la prévention, le diagnostic et le traitement des maladies de la pulpe dentaire et des infections péri-apicales dans l'os autour des racines. Le dentiste réalise le traitement endodontique d'une dent lorsque celle-ci ne peut plus être gardée vivante, soit parce qu'elle est déjà nécrosée, soit parce qu'elle risque de le devenir.

Récemment, l'apport du microscope optique et l'application des principes de l'endodontie moderne ont pu contribuer grandement à l'amélioration du résultat de ce traitement. Les exigences du travail sous microscope opératoire ont conduit à la nécessité d'une instrumentation capable de ne pas obstruer le champ visuel.

L'apparition de l'instrumentation ultrasonore a bouleversé le monde de l'endodontie et a répondu à ces exigences ; Depuis un demi-siècle, l'instrumentation ultrasonore a sans cesse évolué ; en ce début de millénaire l'utilisation des instruments ultrasonores révolutionne la pratique de l'odontologie. Grâce à cette technologie, la dentisterie devient ainsi moins invasive et encore plus précise.

La qualité des vibrations, la connaissance du mouvement et l'énorme choix des inserts nous permettent d'affirmer que l'instrumentation ultrasonore est incontournable dans toutes les facettes de la chirurgie et de la médecine dentaire. Dans tous les domaines son efficacité et sa sécurité d'action complètent et supplantent l'instrumentation manuelle et rotative.

Les appareillages ne sont plus des « détartreurs » à ultrasons, ce sont des générateurs de vibrations qui sont recommandés pour la prophylaxie, la parodontie, l'endodontie, la prothèse, la dentisterie conservatrice et la chirurgie buccale.

Pour que le praticien reste le maître de l'outil, il faut qu'il connaisse son fonctionnement. Le résultat dépend à la fois des modes d'action de l'instrument (générateurs et inserts), de ses effets sur les tissus (tissus durs, tissus mous) et surtout de leurs applications par le praticien.

Le développement de ces inserts permet au praticien d'exercer une dentisterie a minima notamment grâce à un effet de coupe plus contrôlé sur les tissus sains; à l'augmentation de visibilité du champs opératoire et a un accès plus aisée au zones difficiles d'accès.

## **1.1 Historique :**

Depuis bien longtemps on sait que les animaux tels que les baleines, dauphins ou bien encore chauve-souris utilisent les ultrasons dans le but de trouver la localisation d'un objet. Cela est grâce à Lazzaro Spallanzani qui, en 1794, soupçonna le premier l'existence des ultrasons.

En 1883, le physiologiste anglais Francis Galton invente un « sifflet à ultrasons ». En soufflant dans ce sifflet, l'homme ne perçoit rien alors que les chiens réagissent. Mais c'est surtout la découverte en 1880, de la piézo-électricité, par les frères Pierre et Jacques Curie, qui a permis après 1883, de produire facilement des ultrasons et de les utiliser.

Les premières études des ultrasons n'étaient pas destinées aux humains. Ce n'est qu'en 1917, sous l'influence des nécessités de la lutte anti-sous-marine, qu'est apparu le premier générateur d'ultrasons. Ainsi ils étaient plutôt utilisés durant la première guerre mondiale pour par exemple détecter les sous-marins.

En 1915 le physicien français Paul Langevin a créé le premier générateur d'ultrasons, depuis désigner le nom de « triplet Langevin ». En 1918, Langevin l'utilise pour mesurer la profondeur et détecter la présence d'icebergs avec les sonars qui commencent à se répandre à partir de 1920 et qui sont les premiers appareils à ultrasons.

Mais c'est seulement à partir de 1970, qu'on utilise les ultrasons dans la médecine. En effet Wild et Reid s'en servent pour faire les premières images de coupes échographiques.

En odontologie, les instruments ultrasoniques sont employés depuis 1950, en tant qu'alternative aux pièces à main rotatives. Pour la préparation des cavités carieuses. Cependant, une application a été mise en évidence par Zinner en 1955, ce dernier a reporté sur l'utilisation des instruments ultrasoniques en parodontologie pour le débridement des surfaces dentaires.

Le concept d'utilisation des ultrasons en dentisterie a été révélé par Richman et coll en 1957, qui ont démontré le pouvoir des limes k activées ultrasoniquement à découper la dentine, c'est là où les ultrasons ont trouvés leur place dans la préparation puis l'obturation canalair, mais ça n'a pas été totalement développée jusqu'à 1976 par Martin qui a développé un système commercial concrétisant les propriétés de l'énergie ultrasonique dans la préparation et le débridements des canaux radiculaires (1).

Mais il faut attendre les années quatre-vingt-dix et l'avènement du microscope opératoire pour voir apparaître de véritables instruments ultrasonores dédiés à l'endodontie. Ces inserts sont devenus des outils indispensables pour effectuer

les traitements endodontiques dans les meilleures conditions. De l'ouverture de chambre jusqu'à l'intérieur des canaux, ils s'avèrent très utiles lors de complexités telles que les calcifications, obstacles (ciment de scellement, résine Bakélite, tenon carbone) et retrait d'instruments fracturés (2).

### **1.2 Les objectifs de l'utilisations des ultrasons :**

#### **Lors du traitement endodontique :**

- Accroître l'efficacité des solutions d'irrigation grâce au micro-flux acoustiques qui engendrent des cavitations dites aussi acoustiques provoquant une lyse bactérienne par des bulles qui franchissent les parois bactériennes et induisent leur destruction.
- Fragiliser les bactéries par les vibrations soniques, cette dernière créent des microcourants qui brisent les parois cellulaires des microorganismes d'où leur destruction.
- Minimiser les actes iatrogènes (dégagement du champ de vision, possibilité d'assistance microscopique ...).

#### **Lors du retraitement endodontique**

- Nettoyage des sites de résorptions grâce à l'irrigation ultrasonique.
- Eliminer les ramifications radiculaires qui peuvent servir de refuges pour les bactéries.
- Faciliter les retraits des obturations existantes.

#### **Lors de la chirurgie endodontique**

- Améliorer l'apport du matériau, parfaire le scellement et assurer l'étanchéité apicale.
- Adoucir les obturations et parfaire le polissage des surfaces radiculaires.
- Préparation à minima des surfaces radiculaires lors de l'ostéotomie, la résection apicale, facilite les manœuvres lors des interventions.

### **Chapitre 2 : Les ultrasons et les vibrations :**

#### **2.1 Définitions :**

##### **2.1.1 Le son :**

Le son est une sensation auditive provoquée par une vibration.

Trois éléments sont nécessaires à l'existence d'un son

- Une source qui produit le son.
- Un milieu qui transmet la vibration.
- Un récepteur : l'oreille.

##### **2.1.1.1 Production des sons : la source**

Le son est produit par la vibration d'un corps solide, liquide ou gazeux qui constitue la source sonore. L'origine de cette vibration peut-être de diverse nature : choc, frottement, variation de pression, stimulation électrique...

##### **2.1.1.2 Propagation des sons : le milieu**

Les vibrations produites par une source sonore sont transmises à l'air ambiant auquel elles imposent une variation de pression (fig1) (3).

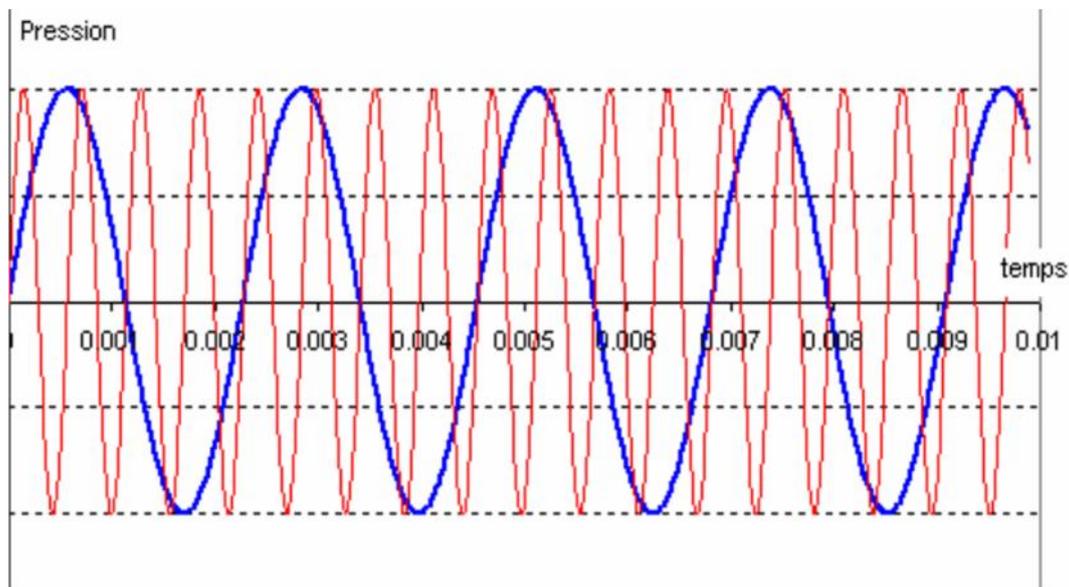


Fig 1 : Les variations de pression de son en fonction du temps

Ces variations de pression se propagent dans l'air et dans tout milieu élastique - sauf dans le vide - sans qu'il y ait déplacement de matière, mais seulement transmission d'énergie de proche en proche : la vibration provoque le déplacement des particules autour de l'objet qui s'entrechoquent avec les particules voisines pour revenir à leur point de départ. (4) Ces variations de pression sont des ondes sonores. Elles sont semblables aux vibrations de la source sonore qui leur a donné naissance.

## Chapitre 2 : les ultrasons et les vibrations

### 2.1.1.3 Le récepteur : l'oreille

Pour devenir des sons, ces vibrations doivent agir sur un de nos sens : l'ouïe. Notre oreille est sensible aux vibrations entre 16 Hz et 20 000 Hz (le HERTZ est l'unité de mesure de la fréquence) ; en dessous de 16 Hz ce sont des infrasons que nous pouvons percevoir par la paroi abdominale. Au-dessus de 20 000 Hz, il s'agit d'ultrasons que seuls certains animaux perçoivent (chiens, chauve-souris, dauphins...)(fig2) (3).

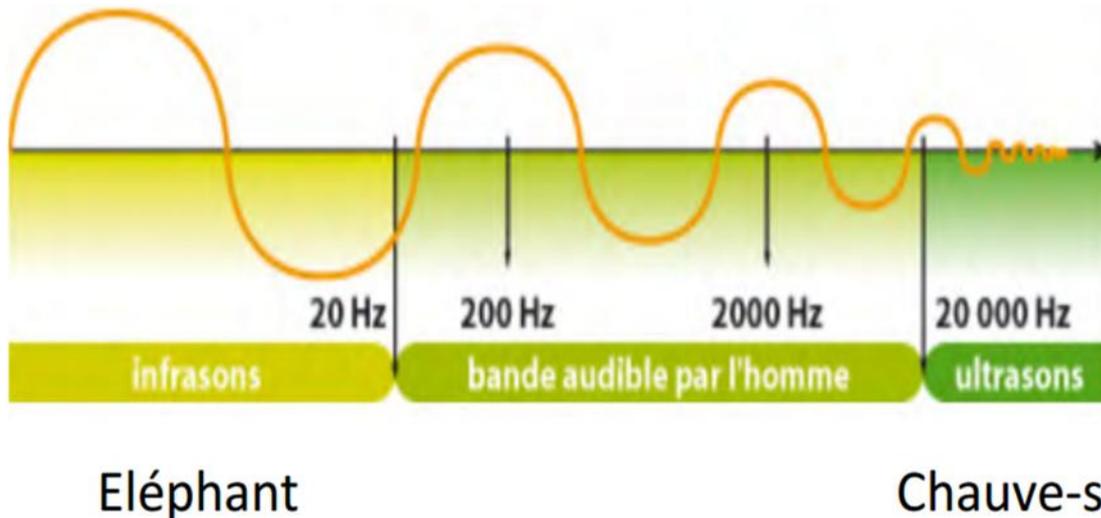


Fig 2 : les différentes fréquences du son

### 2.1.2 Sonique:

L'adjectif sonique est un terme relatif à la vitesse du son et aux phénomènes particuliers qui se produisent à cette vitesse(3).

### 2.1.3 Le spectre sonore

Tous les sons peuvent se décomposer en une série d'harmonie ; dans un rapport rationnel ou irrationnel avec la fréquence fondamentale. L'ensemble de ces fréquences harmoniques ou inharmoniques représente le spectre sonore (3).

### 2.1.4 Les ultrasons :

Les ultrasons sont des ondes mécaniques et élastiques, qui se propagent au travers des supports fluides, solides, gazeux ou liquides. La gamme de fréquences des ultrasons se situe entre 16 000 et 10 000 000 Hertz, trop élevées pour être perçues par l'oreille humaine. Lorsque le son est audible par l'oreille on parle tout simplement du son (4).

Les ultrasons sont en générales divisés en deux catégories :

- Les ultrasons de puissances comprises entre 16000 et 1000000 Hertz ayant la capacité de pouvoir entraîner des altérations physiques ou chimiques des milieux qu'ils traversent.
- Les ultrasons de diagnostic qui sont utilisés dans l'industrie ainsi que dans le domaine médical (3).

### **2.2 Les générateurs d'ultrasons:**

Il existe trois types de générateurs d'ultrasons : magnétostrictif, sonique et ceux qui sont utilisés en médecine dentaire sont les générateurs piézoélectriques ces derniers utilisent la transformation de l'énergie électrique en énergie mécanique (5).

#### **2.2.1 La production des ultrasons :**

Les ultrasons sont produits par transformation d'une énergie électrique, transportée par des courants alternatifs de fréquence élevée, en énergie mécanique. Il existe trois types d'émetteurs d'ultrasons (5).

Les générateurs piézoélectriques composés de lamelles de quartz collées entre deux disques d'acier. Lorsqu'un courant alternatif parcourt les disques, les lames se déforment à la même fréquence que celle de la tension appliquée. Elles produisent des vibrations mécaniques transmises au milieu:

- Les émetteurs magnétostrictifs, qui jouent sur la variation des dimensions d'un corps ferromagnétique lorsque celui-ci est placé dans un champ magnétique variable.
- Les émetteurs électrostrictifs, qui jouent quant à eux sur la variation des dimensions de certaines céramiques lorsqu'elles sont placées dans un champ électrique variable.
- Les nouveaux générateurs ont intégré un asservissement automatique des fréquences ; la maîtrise des puissances et la possibilité d'un système d'arrivée d'air sur l'insert permettent à l'opérateur de contrôler les vibrations et de les adapter avec précision aux nécessités de chaque situation clinique. L'énergie ultrasonore utilisée en endodontie est produite par un générateur piézoélectrique car ce dernier fournit une vibration d'une plus grande intensité (fig3) (5).

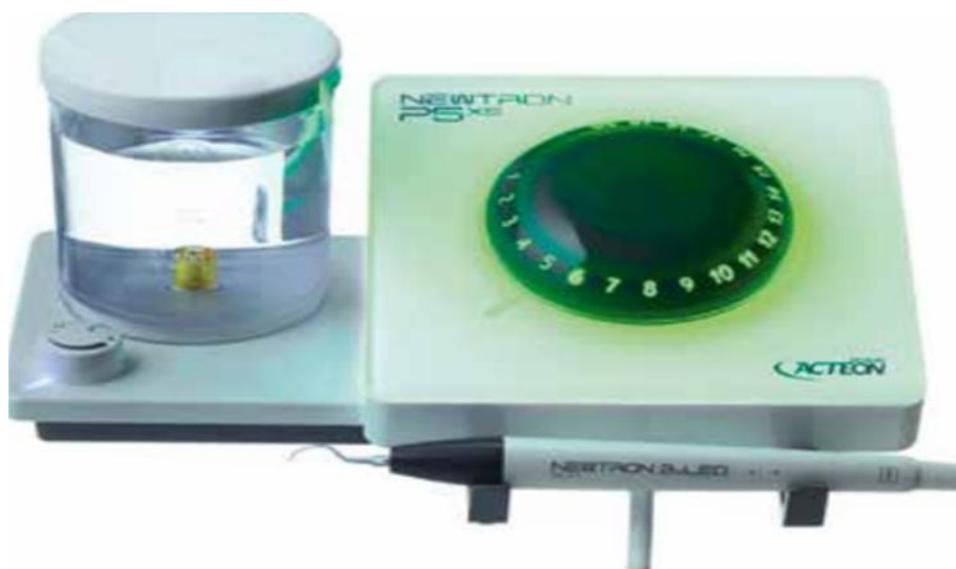


Fig 3 : Générateur d'ultrasons piézoélectriques

### **2.3 Les inserts ultrasoniques:**

Les premiers inserts furent fabriqués en acier puis des inserts en titane plus fins et plus résistants sont apparus. Plus récemment une nouvelle gamme d'inserts ultrasons en titane niobium a été développée par Satelec 'R' pour le traitement orthograde (6).

L'évolution d'instrumentations ultrasonore et la mise en au point d'inserts spécifiques suffisamment fins et contrés angulés l'utilisation d'alliage de titane a permis de fabriquer des inserts de longueur et de formes adaptés aux différents secteurs radiculaires tout en favorisant la transmission des ultrasons (6).

Chaque insert est composé de trois parties : une partie cervicale qui le relie à la pièce à main ; un Corps et une extrémité travaillante plus au moins longue selon la nature de la partie travaillante. On distingue trois grandes familles d'inserts endodontiques qui ont des actions et des indications bien différenciées ; tous les inserts possèdent un orifice d'irrigation placé à la proximité de la partie travaillante pour permettre une irrigation abondante lors du débridement canalaire et ainsi améliorer leur efficacité (6).

**Tableau 1 : Types d'inserts et leurs différentes utilisations :**

<b>Insert (extrémité)</b>	<b>Action</b>	<b>Indication</b>
Lime	Nettoyage canalaire	Activation hypochlorite
Abrasif	Elargissement	Entrée et parois canales
Conique lisse	Martèlement	Élimination de corps étrangers
	Vibration	Condensation de gutta percha

La forme et le nombre de courbure de l'insert est variable selon le fabricant et ont pour but de faciliter «l'accès au site opératoire» (7). En chirurgie endodontique il est recommandé d'utiliser des micro-inserts lisses et abrasifs (6).

### **2.4 Les effets des ultrasons :**

#### **2.4.1 Les effets biologiques des ultrasons :**

Les ondes ultrasoniques se propagent dans les tissus biologiques ; prolongeant ainsi l'action physique des inserts et entraînant différents effets mécaniques : modification de pression ; tension ; expansion, compression, vitesse et accélération dans les milieux traversés (7).

Dans des milieux absorbants tel que la dent et le parodontale l'énergie mécanique des ultrasons est convertie en chaleur ; alors que dans un milieu aqueux (une irrigation) les ultrasons provoquent des phénomènes de cavitation et de micro courants locaux.

Les effets thermiques sont en rapport avec la durée d'exposition du faisceau ultrasonore tandis que la cavitation est en rapport avec les pics positifs et négatifs de pression acoustique (7).

### **2.4.1.1 Les effets thermiques :**

L'effet thermique est le produit du gradient de vitesse de l'onde ultrasonore et de la viscosité du milieu, proportionnel à l'énergie vibratoire et au temps d'exposition. Chaque tissu biologique a un coefficient d'absorption qui définit la quantité de chaleur produite par l'onde ultrasonore (7).

Une augmentation de température est un phénomène physique, dû à l'énergie cinétique produite par le déplacement de l'extrémité de l'insert. Les vibrations se déplacent dans les tissus où l'énergie des ondes est en partie transformée en énergie thermique entraînant une augmentation de la température.

Les expériences menées par Kocher et Plagmann en 1996 sur les effets thermiques des ultrasons ont montré que ceux-ci pouvaient entraîner une augmentation de la température pulpaire de 35° C en l'absence de liquide d'irrigation, contre une augmentation de 4°C en présence d'un liquide de refroidissement (8).

Gagnot et Poublette ont mis en évidence l'importance de la quantité de liquide de refroidissement. Avec un débit d'irrigation de 15 mL/min ils ont observé une augmentation de température de 10°C alors qu'avec un débit de 30 mL/min l'augmentation n'était plus que de 5°C (7).

Une élévation trop importante de température de la pulpe provoquerait des pulpites irréversibles et des nécroses pulpaires.

### **2.4.1.2 La cavitation :**

C'est par les microcourants et la cavitation que la vibration ultrasonique désinfecte la cavité .la cavitation décolle les débris de la surface cavitaire et les met en suspension. Les microcourants sont capables de lyser les micro-organismes Le terme « cavitation » vient du latin « cavus », qui signifie trou (fig4) .

La cavitation décrit la naissance, l'oscillation radiale et l'implosion de bulles de gaz et de vapeur dans un liquide soumis à une phase de dépression. La dépression peut être liée :à un écoulement de liquide à forte vitesse, on parle de cavitation hydrodynamique, ou aux variations de densité d'un liquide soumis à une onde acoustique, on parle alors de cavitation acoustique.

Lorsque le liquide de refroidissement est transféré à l'insert en vibration, deux effets hydrodynamiques peuvent se produire : la cavitation, ou le microcourant acoustique.

En odontologie, nous parlerons de cavitation acoustique, lorsque l'onde ultrasonore augmente, il peut arriver que la dépression au sein du liquide soit assez grande pour provoquer la formation de cavités qui se transformeront en bulles de taille millimétrique voire micrométrique. Ces bulles peuvent être de trois types :

- Cavités vides (en théorie, mais difficile dans la pratique).
- Bulles gazeuses (cavités remplies d'un gaz dissout dans le liquide).
- Bulles contenant la vapeur du liquide constituant le milieu.

## Chapitre 2 : les ultrasons et les vibrations

---

L'apparition de la cavitation dépend d'un grand nombre de paramètres :

- La puissance et la forme de l'onde acoustique.
- La température, la viscosité et la pression intérieure du milieu.
- La présence d'impuretés et/ou de gaz dissout.

La cavitation entraîne des effets violents et imprévisibles qui peuvent provoquer une augmentation de la température ou générer des radicaux libres à l'origine de changements chimiques du milieu (10). Les bulles de cavitation se développent et implosent au niveau des zones de l'insert où la vibration est maximale.



Fig 4 : Effets de la cavitation et micro réparation lorsque l'insert est immergé dans un liquide

La durée de vie de ces cavités est courte et uniquement déterminée par la fréquence ultrasonore. L'implosion des bulles est un changement brutal de la phase gaz-vapeur à la phase liquide, qui a pour effet la libération de forces moléculaires élevées provoquant une onde de choc dans le liquide. Théoriquement la pression peut augmenter jusqu'à quelques milliers de Bars et la température jusqu'à environ 2700°. Ainsi les surfaces dentaires exposées à ces forces mécaniques, thermiques et électro-physiques subissent un phénomène d'érosion.

Ces variations, physiques et thermiques peuvent rompre les parois cellulaires des bactéries (11).

En 1988, Walmsley a étudié l'effet de la cavitation sur la plaque dentaire. Il a démontré que lorsque les ultrasons sont utilisés sans irrigation, seul l'effet mécanique de l'insert est en action. On observe donc une surface nettoyée plus petite lorsque les ultrasons sont utilisés sans irrigation (12).

L'efficacité de l'activité de cavitation est dépendante de la forme de l'insert, de son orientation par rapport à la dent, du réglage de la puissance du générateur et de la quantité d'eau utilisée. La cavitation ne peut se produire si la masse d'eau arrivant au niveau de la pointe de l'insert en vibration est trop importante. Le débit d'eau doit donc être régulé et ne pas dépasser les 2,5 ml/min.

## Chapitre 2 : les ultrasons et les vibrations

---

Le nettoyage par cavitation n'est pas le résultat d'une seule bulle mais de milliers de bulles. Le phénomène de cavitation est inapproprié pour l'élimination du tartre mais permet d'éliminer les matières attachées comme la plaque dentaire jusqu'à environ 0,5 mm de la pointe de l'insert (fig5) (12).



Fig 5 : Illustration de l'effet de cavitation

Plusieurs phénomènes locaux peuvent être associés à la cavitation, tels que les microcourants provoqués par les bulles, la production d'ondes de choc dues à l'implosion des bulles et des augmentations de température (11).

### 2.4.1.2.1 Le microcourant :

Le microcourant acoustique est un procédé simple. Dans un liquide, une situation similaire à un tourbillon se crée dans l'espace autour duquel l'insert peut se déplacer. Ces courants provoquent des forces de cisaillements sur les éléments attirés à proximité de l'extrémité de l'insert.

Pour les détartrés à ultrasons, un champ acoustique de microcourants se produit autour de l'insert, aucun effet bactéricide n'existe, mais une élimination de la plaque dentaire à la surface des dents ainsi qu'un rinçage des poches parodontales ou des canaux radiculaires lors de traitements endodontiques sont décrits (11).

Les plaquettes et les hématies sont sensibles aux microcourants se produisant autour des vibrations ultrasonores : plus la vibration est ample, plus les ondes se propagent et plus le risque de destruction augmente expliquant ainsi l'effet thrombogénique et hémostatique.

En microscopie électronique à balayage (MEB), on observe en périphérie des zones de travail des bactéries sectionnées par l'action des microcourants(fig6) .

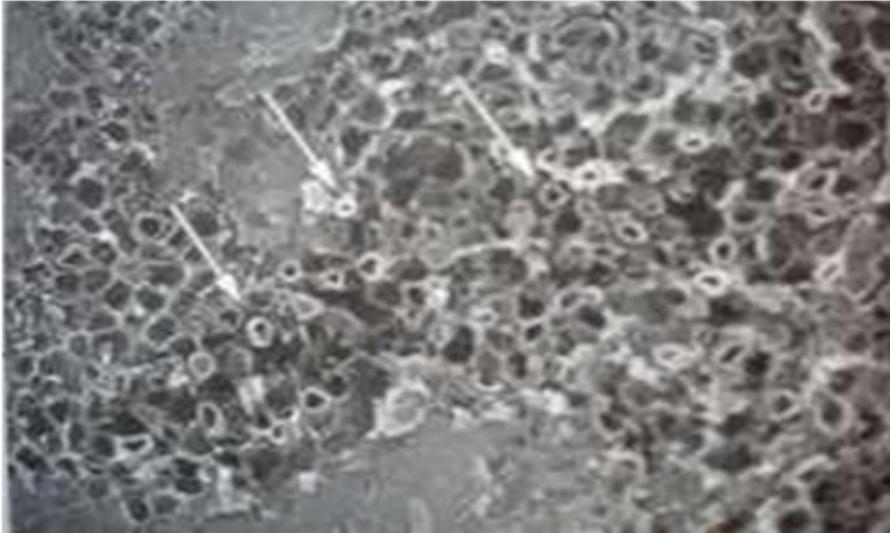


Fig 6 : Bactéries sectionnées au MEB

Les effets de cavitation et de microcourant contribuent à un meilleur nettoyage de la surface dentaire mais ne sont pas spécifiques des instruments ultrasoniques. On peut également les observer avec l'utilisation des instruments soniques (11).

#### 2.4.1.2.2 Les réactions sono-chimiques:

La chimie sous ultrasons ou sono-chimie a été récemment découverte et utilisée dans les applications des ondes ultrasonores. Ces réactions sono-chimiques ne sont pas encore très explorées en odontologie mais pourront rapidement connaître de nombreuses applications.

Les ultrasons sont des catalyseurs de réactions chimiques. On supposait depuis longtemps que seule l'eau pouvait être décomposée par les ultrasons en hydrogène et en eau oxygénée, or la décomposition de solutions organiques a également été démontrée. Cette décomposition donne naissance à des radicaux libres intermédiaires. Les radicaux hydroxyles obtenus en milieu aqueux sont utilisés dans les réactions d'oxydation. L'ensemble des phénomènes produits par les ultrasons (agitation, pression, température, ionisation) bouleverse les mécanismes de réaction classique.

Ainsi, sous ultrasons, dans un milieu non aqueux homogène, les vitesses des réactions sont 100 000 fois supérieures. Cependant, la sono-chimie ne recouvre pas seulement les aspects cinétiques, mais également des réactions où les produits obtenus sont différents de ceux qui sont synthétisés par les moyens classiques.

En endodontie, par exemple la cavitation de l'hypochlorite de sodium (NaOCl) augmente son efficacité pour une même concentration (6).

#### 2.4.1.3 La production d'aérosols :

Lors de l'utilisation d'instruments ultrasoniques, un aérosol est créé, ce qui produit une dispersion de très fines particules pouvant transmettre des microorganismes pathogènes.

## Chapitre 2 : les ultrasons et les vibrations

---

Les particules d'un aérosol apparaissent sous forme solide et liquide. Les éléments solides sont constitués de débris de dentine, d'émail et de tartre et les éléments liquides sont composés de salive, de liquide d'irrigation, de microorganismes de la plaque dentaire et de sang. En 2004, Timmerman a montré au cours d'une étude menée sur la production d'aérosols, que des colonies bactériennes étaient retrouvées à une distance de 150 cm de la bouche du patient après 40 minutes de traitement et qu'un aérosol restait présent dans l'air ambiant pendant plus de 30 minutes (13).

Ces bactéries aéroportées accroissent le risque de contamination entre les patients et le personnel soignant. En raison de cet effet aérosol, tous les patients à haut risque infectieux doivent être traités avec des instruments manuels (14) bien qu'il n'existe aucune preuve que des maladies graves puissent se contracter via cet effet aérosol.

Aucune différence n'existe entre les trois types de générateurs (magnétostrictif, piézoélectrique et sonore) sur la quantité de bactéries récoltées dans le nuage aérosol, mais l'observation clinique montre que cet effet est lié à l'amplitude du déplacement de l'insert et au poids du liquide d'irrigation.

L'effet aérosol est obtenu sous de fortes puissances de vibration. Il est donc possible de le supprimer en diminuant la puissance de vibration, ce qui entraîne une diminution de l'amplitude de l'insert, ou en augmentant le débit d'arrivée du liquide d'irrigation, ce qui en accroît la masse.

En 1967, Larato, cité par Timmerman en 2004, rapporte que le nombre de bactéries présent dans l'air ambiant après utilisation d'instruments ultrasoniques était 30 fois supérieur à celui relevé avant le traitement. Cependant cette étude a été conduite à une époque où seules les aspirations de petit volume existaient. Ces aspirations avaient un diamètre de 3,3mm et un débit de 1,1 L/min. Une étude plus récente menée en 2004 par Timmermann montre qu'une aspiration de plus gros volume, placée autour de la pièce à main, permet de diminuer l'effet aérosol de 93%. Ces aspirations ont un diamètre de 8mm et un débit de 6 L/min.

Cependant, cette canule ne doit pas être placée trop près du spray afin de ne pas altérer le refroidissement (13). Un rinçage de 60 secondes avec de la chlorhexidine permet de réduire la charge bactérienne salivaire d'environ 90% durant approximativement 60 minutes. Un rinçage avec un bain de bouche contenant du phénol (Listerine) pendant 30 secondes permet de réduire de 94% la charge bactérienne dans l'aérosol (11).

Un bon contrôle de l'hygiène est nécessaire dans tous les cas, non seulement pendant le traitement mais également après : un aérosol reste dans l'air pendant plus de 30 minutes. Pour l'opérateur, un masque filtrant à haut degré et s'adaptant bien au visage ainsi qu'une paire de lunettes de protection réduiront très nettement le risque d'infection.

## Chapitre 2 : les ultrasons et les vibrations

---

Si le masque devient humide il faudra le remplacer toutes les 30 minutes afin d'empêcher toute contamination bactérienne. De plus, l'opérateur devra porter une nouvelle blouse propre chaque jour, celle-ci étant rapidement infectée par l'aérosol.

Pour les patients présentant une faible résistance immunitaire, un masque leur recouvrant le nez doit être mis en place pour leur offrir une meilleure protection. Le risque d'infection par les virus des hépatites via l'aérosol est potentiellement présent mais peut être réduit grâce aux précautions décrites précédemment.

Concernant le risque d'infection par le virus du VIH via l'aérosol, celui-ci est considéré comme faible, voire improbable mais ne peut être exclu ; ainsi ces précautions doivent être prises en considération.

### **2.4.1.4 Les effets sur l'audition de l'opérateur ou celle du patient :**

Un détartreur est un danger potentiel pour l'appareil auditif du patient et de l'opérateur. En effet, son utilisation implique la production d'un son intense pouvant être perçu par certains comme une irritation.

L'insert ultrasonique ne semble pas produire de son, bien qu'un son léger puisse être ressenti lorsque l'irrigation est enclenchée. Le son perçu lors du traitement est celui produit par le contact entre la pointe de l'insert et la surface dentaire. Plus l'amplitude est grande plus le son est intense.

En 1976, Möller, cité par Trenter et Walmsley en 2003, a mené une enquête sur les effets des ultrasons sur l'audition. Vingt personnes ont été soumises pendant 5 minutes aux ultrasons. La moitié d'entre elles présentait un changement temporaire du seuil d'audition et/ou des acouphènes.

Un travail similaire réalisé par Walmsley en 1987 sur un groupe de 20 sujets donne une conclusion contradictoire. Aucune des personnes soumises à ce test ne présentait de déplacement du seuil de l'audition ou d'acouphènes (14).

Il semble improbable qu'une équipe dentaire puisse subir une perte de l'audition suite à une utilisation prolongée des générateurs à ultrasons. Le cerveau pourrait éteindre le mécanisme après avoir enregistré le son pendant un long moment.

Des dommages peuvent être visibles chez certains patients lors du transfert d'énergie ultrasonique sur l'os alvéolaire lorsque l'insert passe au niveau des molaires. Cette énergie traverse les dents, l'os alvéolaire puis atteint l'oreille interne, pouvant provoquer une diminution de l'audition ou un acouphène, mais cependant aucune atteinte définitive de l'audition n'a été décrite. L'intensité du son est un autre paramètre à prendre en compte. Un son est considéré comme acceptable jusqu'à 85 décibels (dB).

En 1998, Setcos et Mahyuddin ont relevé et étudié le niveau sonore maximal de quatre cabinets dentaires. La plus grande intensité sonore enregistrée (95 dB) a été produite par un détartreur. Les mesures ont été prises sur des périodes courtes lorsque l'insert était en contact avec la dent. On peut donc en déduire que le détartreur ne cause pas de troubles permanents et que les dommages causés sont dus à la transmission des ultrasons à travers l'os et non par la transmission du bruit dans l'air (14). Les patients porteurs de prothèses auditives doivent être avertis pour les éteindre afin d'éviter un feed-back acoustique (11).

### **2.4.1.5 Les effets sur le toucher de l'opérateur :**

En 1982, Lundstrom et Lindmark, ont décrit une perte de sensibilité tactile lors de l'utilisation d'instruments pneumatiques. Les percussions de grande amplitude se transmettent aux doigts entraînant le phénomène de « doigts blancs » provoqué par une diminution du flux sanguin dû au passage des vibrations dans la main.

En 1993, Burke et Jacques, cités par Gagnot et Poblette en 2004, comparent 60 dentistes à un groupe témoin. Leur étude conclue que les dentistes confrontés aux vibrations ultrasoniques peuvent présenter une diminution de force, voire même une perte de la sensibilité digitale. Cette diminution des performances tactiles serait due au ralentissement du flux sanguin dans les doigts. Ces auteurs préconisent une utilisation quotidienne des instruments ultrasoniques de 75 minutes maximum afin de diminuer ces risques (7).

### **2.4.2 Les effets biomécaniques des ultrasons :**

Le déplacement de l'insert ultrasonique a plusieurs effets : face à l'objet il heurte (martèlement), tangentiellement il le balaie (balayage)

#### **2.4.2.1 Le martèlement :**

Le martèlement est l'action de l'insert heurtant la surface dentaire. Cet impact répété permet le décollement des dépôts adhérents à la surface dentaire. Plus le contact est perpendiculaire, plus le détachement est facilité. Quand l'insert entre en contact avec l'objet cela crée une résonance qui produit des sons. L'intensité sonore varie en fonction de l'amplitude du mouvement vibratoire : plus l'amplitude est élevée plus l'intensité est grande(fig7) .

Les bruits provoqués par les instruments sont dysharmoniques ou subharmoniques. Plus ils sont dysharmoniques, plus ils signent une mauvaise orientation de l'insert. Le contact entre l'extrémité travaillante et la surface à traiter doit être tangentiel. Seule l'extrémité travaillante doit heurter frontalement le dépôt à détacher.

La force de l'impact dépend de l'amplitude de la vibration. Plus l'impact est fort, plus l'élimination des dépôts est facile mais plus les risques de destruction tissulaire est important. Lorsque des amplitudes élevées sont utilisées, le contrôle de la précision de l'impact doit se faire avec des loupes binoculaires ou sous microscope (6).

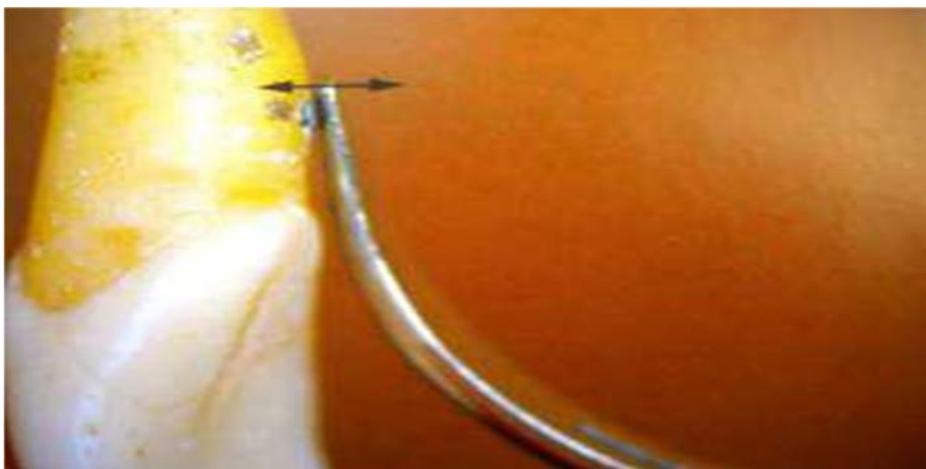


Fig 7: Action du martèlement. Les flèches indiquent le déplacement de l'insert

### **2.4.2.2 Le balayage :**

Le balayage est l'action du déplacement de l'insert tangentiellement à l'objet ; il permet d'abraser de proche en proche les parois amélaire de la cavité(fig8) .



Fig 8: Action du balayage. Les flèches indiquent le déplacement de l'insert.

Cliniquement le va-et-vient de l'insert possède plusieurs actions. Il permet d'éliminer les dépôts peu adhérents à la surface, de brunir, polir ou abraser le cément par frottement. L'action de balayage de l'insert est très importante : à une fréquence de 25000 Hz et une amplitude de 100 l'insert parcourt 2,5 mètres par seconde. Une instrumentation manuelle ne pourrait jamais réaliser un tel balayage en si peu de temps. Le déplacement de chaque extrémité d'insert dépend du générateur et de la forme de l'insert.

### **2.4.2.3 L'abrasion :**

La capacité abrasive des ultrasons est apparue avec les inserts diamantés. Elle est dépendante de la qualité du diamant et de la dureté du tissu : plus le grain du diamant est gros, plus il est abrasif, et plus le tissu est dur plus l'effet est efficace. Il n'existe aucun effet abrasif sur les tissus mous. La précision des vibrations permet de faire des préparations complexes de type tunnel ou entonnoir, et des finitions de préparation sans léser la gencive marginale.

L'abrasion est également essentielle pour la mise en forme de la cavité d'accès endodontique et la recherche des entrées canalaire lors d'un traitement endodontique. Enfin, cette capacité est aussi exploitée en chirurgie osseuse grâce à des générateurs plus puissants, un transducteur spécifique et des inserts très abrasifs et coupants. L'abrasion va permettre de finir les bords des préparations et les rendre plus homogène.

### **2.5 Les indications des ultrasons :**

Les ultrasons sont utilisés dans :

- La réalisation de la cavité d'accès endodontique (CEA) reste le domaine des instruments rotatifs ; sa forme générale est dessinée en fonction de points de repères préétablis, puis la cavité est approfondie jusqu' à apercevoir les cornes pulpaire .Il est alors intéressant de les poursuivre à l'aide d'une instrumentation sonore ou ultrasonique pour éliminer le plafond pulpaire et mettre en continuité les murs de la chambre pulpaire et ceux de la CA sous aide visuelle (15).
- La recherche canalaire : la cause majeure «d'échec en endodontie est la difficulté de mettre en évidence l'ensemble du système canalaire. cliniquement une différence de teinte et de texture au niveau de dentine permet de guider la recherche canalaire, on utilise habituellement des fraises LN afin de suivre sous microscope les colorations dentinaires il arrive toutefois que la tête du contre angle gêne notre champ visuel, les inserts ultrasons grâce à leur coudure permettent de garder un control constant sur la zone de travail et de repérer les canaux facilement (15).
- Le retraitement endodontique :le retraitement endodontique est souvent considéré comme l'une des procédures les plus complexes de l'exercice du médecin dentiste; la principale difficulté réside dans la notion d'imprévisibilité et d'impossibilité d'anticiper tous les problèmes qui peuvent être rencontré, parfois on se trouve dans des situations ou les instruments endodontiques conventionnels n'ont aucune utilité, il va falloir utiliser un insert à ultrasons a très haute énergie capable de détruire les obstacles intracanaux il faudra le faire sous contrôle visuel rigoureux (6).
- Dépose des ancrages intracanaux métalliques : c'est une étape délicate du retraitement il s'agit d'éliminer le tenon de la racine tout en préservant au maximum l'intégrité de la dent, ces ancrages peuvent être descellé par une vibration appliqué sur la tête du tenon ce qui provoque une décohésion et de fragmenter le ciment de scellement (6).
- La récupération des instruments fracturés : la fracture instrumentale est un incident iatrogène qui complique et compromet le traitement endodontique, L'élimination du fragment d'instrument va être possible et facile grâce à l'utilisation d'inserts ultrasons très spécifique, (16) ou la combinaison d'instrument automatisés et des ultrasons permet d'extraire les éclats d'instrument verrouillés dans le canal (6).
- Activation des irrigants : L'intérêt de l'utilisation d'instruments ultrasoniques combinés à une solution d'irrigation en endodontie est aujourd'hui largement démontré.(11) au cours de l'étape de mise en forme du canal ; seul une partie des parois du système endodontique est instrumentée. (19)Les canaux larges ou en c notamment ne peuvent être nettoyés par la seul action des instruments conventionnelles et la flore microbienne présente persiste. l'objectif de l'activation de l'irrigation et donc de créer un couloir de circulation pour les solutions d'irrigation afin de leur permettre d'atteindre les zones les plus difficiles (18) .

- L'obturation canalaire : L'obturation est l'étape ultime du traitement canalaire, pour des canaux avec des formes aberrantes, quel que soit la technique d'obturation utilisée elle laissera des zones non ou mal obturées, c'est pourquoi les vibrations ultrasoniques permettent une meilleure répartition du ciment de scellement sur les parois canalaire et ainsi une meilleure étanchéité (4).
- La chirurgie endodontique : La chirurgie endodontique est une pratique qui vise à traiter une affection péri apicale lorsque celle-ci n'a pas pu être soignée grâce à un retraitement par voie orthograde ou dans certains cas par un traitement canalaire initiale, elle a évolué en microchirurgie endodontique grâce à l'avènement du microscope opératoire et des inserts ultrasoniques à usage endodontique, ces nouveaux instruments ont permis de modifier les habitudes de travaux de façon à acquérir une approche plus conservatrice lors de l'acte chirurgicale ils ont permis d'arriver à un degré de précision supérieur aux techniques traditionnelles et donc à une amélioration notable des taux de succès. Les ultrasons sont à présent reconnue pour leur capacité à faire gagner du temps et à entrainer un taux d'échec inférieur aux autres techniques (6).

### **2.6 Les contres indications :**

#### **2.6.1 Les maladies contagieuses :**

##### **2.6.1.1 La tuberculose :**

La tuberculose est provoquée par une bactérie (*Mycobacterium tuberculosis*) qui touche le plus souvent les poumons. Elle peut être soignée et évitée. La maladie se propage d'une personne à l'autre par voie aérienne. Lorsque les personnes atteintes de tuberculose pulmonaire toussent, éternuent ou crachent, elles projettent les germes de la tuberculose dans l'air. Il suffit d'en inhaler seulement quelques-uns pour être infecté.

Près d'un tiers de la population mondiale est actuellement atteinte de tuberculose latente, ce qui signifie que les personnes ont été infectées par la bactérie de la tuberculose mais n'ont pas (encore) développé la maladie et ne peuvent donc pas la transmettre.

Chez les personnes infectées par le bacille tuberculeux, le risque de développer la maladie au cours de l'existence est de 10%. Toutefois, les personnes dont le système immunitaire est affaibli, telles que les personnes vivant avec le VIH, les personnes souffrant de malnutrition ou de diabète, ou encore les fumeurs, courent un risque beaucoup plus élevé de développer la maladie, L'instrumentation ultrasonore doit être évitée chez les patients dont l'infection à la tuberculose est connue (11).

L'existence de telles pathologies implique par principe, de considérer que chaque patient pourrait être une source potentielle de contamination. Ainsi des règles d'hygiène adéquates et strictes doivent être respectées pour chaque patient (11).

### **2.6.1.2 Hépatite B et VIH :**

L'hépatite B est une infection virale aiguë du foie qui peut devenir chronique et alors être à l'origine d'une cirrhose et d'un cancer primitif du foie. Le VIH, ou virus de l'immunodéficience humaine, est un type de virus qui peut causer une maladie appelée SIDA (syndrome d'immunodéficience acquise).

En 1988, Walmsley affirme que l'utilisation des ultrasons chez les patients présentant des maladies contagieuses est contre indiquée. Les virus de l'hépatite B et du VIH ont été détectés dans le sang et la salive. Chez les patients infectés, le risque d'une contamination croisée par les aérosols contenant du sang et de la salive est donc augmenté (11).

De nos jours, la contamination via un aérosol par le virus de l'hépatite B ou du VIH est considérée comme nulle. Cependant une contamination potentielle demeure. Il est donc suggéré d'utiliser une solution de Bétadine pour l'irrigation chez les patients porteurs du VIH, sans savoir si cela contribue réellement à une diminution du risque. (11). Environ 4% des nouveaux cas d'hépatite B sont des personnes qui, en raison de leur profession, sont exposées au sang humain. C'est pourquoi la vaccination est essentielle.

### **2. 6.2 Les patients immunodéprimés :**

L'immunodépression est une pathologie particulière traduisant un affaiblissement du système immunitaire (système de défense de l'organisme) et constituant un facteur d'exposition à d'autres maladies. Il s'agit donc à la fois d'une maladie et un facteur de risque. On parle également de déficit immunitaire (11).

L'utilisation des instruments ultrasoniques est contre-indiquée pour tous patients présentant un système immunitaire déficient suite à une pathologie ou à une médication ainsi que pour les patients présentant des problèmes respiratoires. En effet, les aérosols infectés peuvent facilement passer au travers de leurs poumons, pouvant provoquer des infections respiratoires (11).

Il est possible d'utiliser dans certains cas des masques couvrant le nez du patient et ainsi pouvoir réaliser des actes avec des instruments ultrasoniques (11).

### **2.6.3 Les tissus immatures :**

Les tissus immatures en voie de croissance sont sensibles aux vibrations ultrasonores. Il est généralement accepté que l'instrumentation ultrasonique est contre-indiquée chez les enfants ayant des dents temporaires ou en éruption récente(11).

Les dents temporaires présentant une chambre pulpaire volumineuse, le risque d'atteinte pulpaire est donc plus accru (11).

L'émail des dents permanentes d'éruption récente est plus fragile du fait d'une immaturité de la minéralisation et la réalisation d'un détartrage aux ultrasons pourrait affecter la dureté de l'émail si l'insert n'est pas orienté tangentiellement à la surface dentaire (11).

### **2.6.4 Le pacemaker :**

Le stimulateur cardiaque, ou pacemaker, ou pile, est un dispositif implanté dans l'organisme fournissant des impulsions électriques destinées à stimuler les muscles cardiaques en permettant ainsi, par exemple, d'accélérer la pulsation du cœur lorsqu'il est trop lent (21).

Durant les années 1970, les cabinets dentaires ont été désignés comme des environnements potentiellement dangereux pour les patients porteurs d'un pacemaker en raison des différentes unités électriques pouvant produire des champs électromagnétiques (11).

L'utilisation des ultrasons pour les patients porteurs de pacemaker posés avant 1985 est contre indiquée, ceux-ci étant sensibles aux champs électromagnétiques. Les nouvelles générations de pacemaker sont protégées contre ces perturbations électromagnétiques. Il est cependant conseillé de prendre quelques précautions lors de certains examens médicaux (IRM) ou lors de l'utilisation d'un détartreur magnétostrictif. Toutes les instructions d'utilisation des unités ultrasoniques magnétostrictives stipulent qu'elles ne doivent pas être utilisées chez des patients porteurs d'un pacemaker (11).

Les générateurs piézoélectriques produisent des ultrasons sans champ magnétique et, à ce jour, aucune interférence avec un pacemaker n'a été établie. Il est donc possible d'utiliser des ultrasons produits par piézoélectricité pour les patients porteurs de pacemaker (11).

Les détartreurs soniques fonctionnent avec de l'air comprimé et ne produisent donc aucun champ électromagnétique, ils sont donc également une bonne alternative pour un détartrage chez ces patients, si l'opérateur a un doute, il doit impérativement entrer en contact avec le cardiologue du patient (11).

### **2.6.5 En présence d'un tissu cancéreux :**

L'application de l'ultrason sur ces tissus doit être évitée. La recherche suggère que cela pourrait favoriser la métastase, ou la propagation des cellules cancéreuses à d'autres parties du corps (11).

### **Chapitre 3 :L'utilisation des ultrasons en endodontie :**

L'évolution de l'endodontie a mené au travail sous microscope opératoire, ce dernier exige une instrumentation spécifique qui permet une bonne visualisation pour le praticien, l'évolution des instruments ultrasonores a permis de répondre à ces exigences.

L'utilisation de cette nouvelle instrumentation implique une attitude clinique spécifique à l'endodontie. Les particularités qui la singularisent par rapport à l'instrumentation rotative seront décrites.

Lors du traitement ou du retraitement endodontique, l'instrumentation ultrasonore est complémentaire des instrumentations rotatives et manuelles. Ces dernières sont toujours recommandées pour la préparation de la cavité d'accès, le cathétérisme et la mise en forme canalaire. En endodontie la spécificité de l'instrumentation ultrasonore est de permettre un contrôle visuel permanent sous aide optique, pour une sûreté de précision de travail.

Les inserts seront systématiquement positionnés avant d'être activés, et l'irrigation n'est pas toujours nécessaire.

L'utilisation sans irrigation est justifiée pour :

- La nébulisation d'aérosols dont la production augmente avec la puissance.
- La formation de boue qui gêne la vision et favorise les manœuvres iatrogènes.

L'utilisation avec irrigation est nécessaire :

- En flux séquentiel pour nettoyer les cavités d'accès et refroidir les inserts.
- En flux continu pour la décontamination dans le débridement canalaire.

Il est recommandé de travailler à une puissance modérée et avec un léger déplacement en brossage latéral, par séquences courtes pour limiter l'échauffement de l'insert, lorsque le générateur le permet, le refroidissement de l'insert pourra se faire avec un flux d'air sous pression qui en même temps nettoie la zone de travail (23).

Les effets physiques ou biologiques recherchés lors de ces étapes sont très différents et nécessitent l'utilisation d'inserts de profils et mode d'action distincts.

**Tableau 2 :Tableau récapitulatif des inserts utilisés pour le traitement endodontique de première intention :**

	<b>Forme</b>	<b>Action</b>	<b>Irrigation</b>	<b>Puissance</b>	<b>Indications</b>
<b>Inserts diamantés</b>	Boule	Abrasion	Sans/air	Moyenne	Elimination des calcifications
	Cylindro-conique			Faible	Elimination des calcifications et surplombs
<b>Inserts lisses</b>	Cylindro-conique	Martèlement, vibration thermiques (condensation)	Sans	Moyenne Faible	Condensation Gutta percha
<b>Lime</b>	K	Cavitation Micro courants	Abondante	Moyenne	Débridement

### **3.1 Aménagement de la cavité d'accès :**

IL est essentiel d'effectuer une évaluation clinique et radiographique préopératoire de la dent concernée avant de procéder à l'accès. Lors du traitement endodontique, un soin particulier doit être apporté à l'ouverture de la chambre. Une cavité d'accès idéalement réalisée facilite la localisation et l'accès canalaire. Lors de cette préparation à l'aide d'une fraise Zekrya en carbure de tungstène montée sur turbine ou contre angle bague rouge, des surplombs dentinaires peuvent persister, empêchant alors la découverte de tous les canaux (24).



Fig 9 : Mode d'action d'un insert sous microscope opératoire

L'utilisation d'une instrumentation ultrasonore facilite la destruction de ces ponts dentinaires et permet l'ouverture des canaux calcifiés lorsque l'espace de la pulpe est obstrué, par exemple par des restaurations profondes, des calcifications dystrophiques en raison de l'âge. Le grossissement est nécessaire à ce stade pour discerner des subtils dans la texture et la couleur de la dentine coronaire qui indique la nature de la dentine, c'est à dire des calcifications (physiologiques) réparatrices (réactionnelles / tertiaires) ou dystrophiques.

À ce stade les ultrasons abrasifs sont très utiles pour décomposer ces calcifications et nettoyer le plancher pulpaire, ils facilitent la pénétration sans contrainte des instruments de préparation canalaire en élargissant les entrées des canaux. Ceci permettra la bonne visualisation et l'exploration des orifices canaux.

Les inserts à ultrasons ne présentent pas de rotation de leur partie travaillante contrairement aux fraises, permettant ainsi un contrôle de l'élimination des tissus beaucoup plus simple et précise. Le travail s'effectue par de petites pressions latérales permettant d'avoir un geste contrôlé afin d'éviter une perforation lors d'un geste iatrogène.

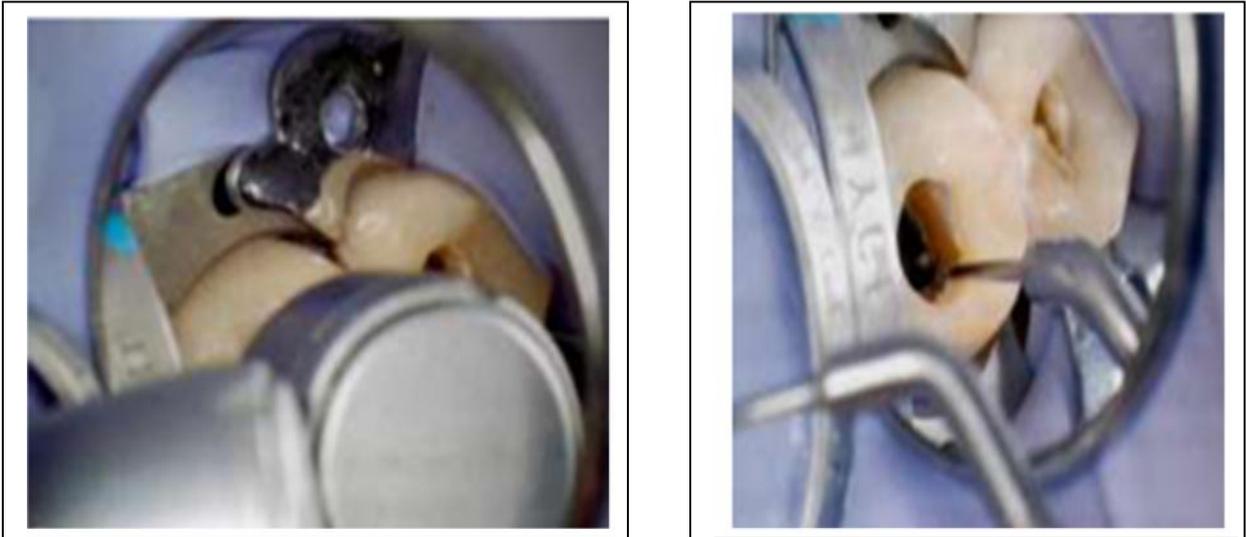


Fig 10: Aménagement d'une cavité d'accès sous microscope, à gauche à la turbine, à droite à l'aide d'insert ultrasonique

Afin de trouver et d'ouvrir les canaux radiculaires, l'utilisation de différents inserts à des fréquences variables sera nécessaire. Si la puissance des ultrasons est trop forte, l'action de coupe sera trop agressive augmentant le risque de perforation et de création de formes aberrantes de la chambre pulpaire. Ce geste est systématiquement réalisé sous aide optique et sans irrigation afin d'avoir un champ de vision optimal(fig10) .

Actuellement deux formes d'inserts sont proposées :

### **3.1.1 Les inserts sonores :**

Initialement mis au point pour réaliser des cavités à minima en odontologie conservatrice, ils s'avèrent très utiles en endodontie. Le SONIC flex® est une pièce à main s'adaptant sur le cordon de la turbine. Le passage de l'air comprimé engendre des vibrations de l'insert diamanté qui présente ainsi un pouvoir d'abrasion intéressant et surtout plus contrôlable qu'un instrument rotatif. Cinq inserts sont disponibles dans le kit d'accès Kavo. En endodontie, nous en retiendrons trois dont la forme permet de finir la cavité après suppression du plafond pulpaire (fig11) (25).



Fig 11: Des instruments diamantés monté sur pièce à main Sonore, sont utilisé pour la réalisation et la finition de la cavité d'accès.

### **3.1.2 Les inserts Ultrasonores :**

Montés sur des pièces à mains ultrasonores piézo-électriques, ces inserts sont surtout utilisés pour supprimer les calcifications dans la chambre pulpaire. Selon les fabricants, leur surface est lisse ou diamantée, ils s'utilisent avec ou sans spray. Dentsply-Maillefer propose une gamme de 8 inserts (ProUltra® Endo) dont les 4 premiers ont leur partie active recouverte d'une couche de nitrate de zirconium.

Les inserts n° 2 et 3 sont les plus utilisés pour la réalisation de la cavité d'accès. Les inserts n° 4 et 5 sont préconisés pour aller plus loin dans les canaux, mais ils doivent impérativement être utilisés sous contrôle visuel avec des aides optiques grossissantes. Les inserts n° 6, 7 et 8 en titane n'ont aucun intérêt pour la cavité d'accès, mais sont utiles dans le retraitement endodontique, et pour la dépose des instruments fracturés (fig12) (25).

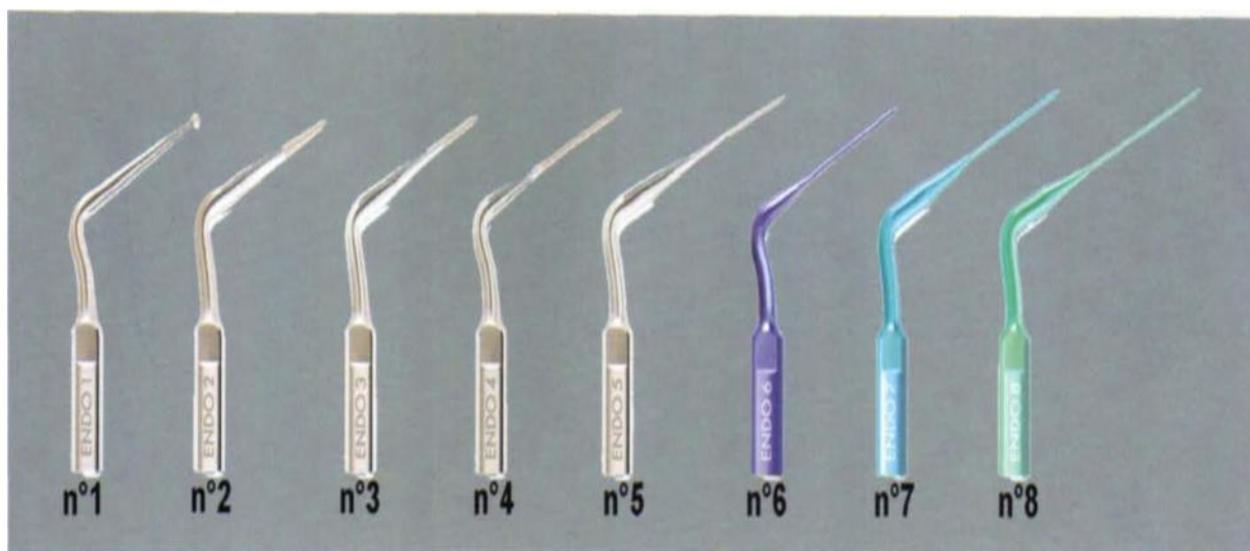


Fig 12: Les inserts ultra-sonores :Le n° 1 permet de vibrer les tenons pour leur descellement. Les n° 2 et 3 sont les plus utilisés pour la cavité d'accès. Les n° 4 et 5 permettent de travailler à l'intérieur du canal. Les inserts en titane n° 6, 7 et 8 sont préconisés pour éliminer les fragments d'instrument dans le canal lors des retraitements. Noter la forme particulière de ces inserts destinés à faciliter le dégagement du champ visuel de l'opérateur

Actuellement deux formes d'inserts ultrasoniques sont proposées : cylindro-cônique et boule.

#### **3.1.2.1 Les inserts cylindro-coniques ET18 D:**

Il s'agit d'inserts en forme de sonde droite dont la partie travaillante est recouverte d'un revêtement abrasif en diamant ou en zirconium. La longueur et le diamètre des pointes sont variables (Fig 13).



Fig 13: Insert abrasif cylindro-conique ET 18 D

### Indications :

Ces inserts sont utilisés pour l'élimination des surplombs dentinaires, des calcifications ainsi que pour l'élargissement de l'accès canalaire.

### Application :

Ils sont d'abord positionnés, puis la partie travaillante est déplacée selon un mouvement de léger brossage avec une pression latérale aussi faible que possible. Leur utilisation doit se faire sous aide optique, sans irrigation et à puissance moyenne. (26)



Fig 14 : insert ET 18 D en acier diamanté

### **Avantages :**

Ces inserts permettent d'obtenir un champ opératoire dégagé diminuant ainsi la fatigue visuelle de l'opérateur.

### **Inconvénients :**

Lors de leur utilisation, le geste doit être sûr et précis car leurs extrémités travaillantes peuvent entraîner des perforations du plancher pulpaire.

### **3.1.2.2 Les inserts boules ETBD :**

Il s'agit d'inserts cylindro-coniques dont l'extrémité travaillante sphérique est recouverte d'un revêtement abrasif. Ces inserts permettent la recherche de canaux calcifiés et l'exploration du plancher pulpaire(Fig 15).



Fig 15: Insert abrasif boule ETBD

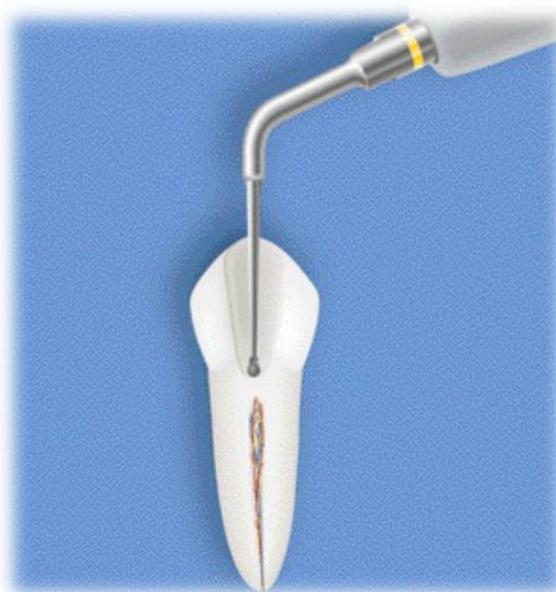


Fig16: Utilisation de l'insert ETBD à faible puissance pour localiser les orifices canalaires

### **Application :**

Ces inserts sont utilisés sous aide optique et sans irrigation. L'action instrumentale s'exerce principalement sur la dentine secondaire (blanchâtre, opaque) et respecte le plancher pulpaire d'aspect nacré (plus gris et plus foncé), l'insert est positionné sur la zone de travail, la partie travaillante est déplacée avec un mouvement de léger brossage sans pression latérale à puissance moyenne, la forme de l'extrémité travaillante permet un travail en pointe verticalement ou latéralement (Fig16)(26).



Fig17: Insert boule diamanté ETBD

### Avantages :

- Le dégagement du champ opératoire est supérieur à celui des fraises boule long col ; il permet une meilleure vision sous aide optique

### Inconvénients :

- Risque de perforation en cas de travail en forte pression et à puissance élevée.
- Risque d'encrassement de l'insert.
- Risque d'échauffement.
- Nécessité d'une aide optique.
- Usure rapide.

Tableau 3 : Tableau comparatif des inserts soniques et ultrasoniques du traitement initial de la cavité d'accès.

Deux types d'instruments					
Traitement initial	Soniques		Ultrasoniques		
	Insert lisses	Insert diamantés	Insert lisses	Insert diamantés	Insert mutilâmes
Mise en forme des cavités d'accès.	-	+++	-	+	++
Recherche des canaux dans la chambre pulpaire	-	+++	-	+	++
Recherche des canaux dans la racine (oblitération)	-	-	+	+	+++

### 3.2 L'intérêt des ultrasons dans l'irrigation des canaux radiculaires :

Le débridement complet du système endodontique nécessite une préparation chimio-mécanique. Les ultrasons sont utilisés pour le nettoyage en fin de préparation (27). En 1976, Howard Martin développe le premier système de nettoyage des canaux aux ultrasons, plus de vingt ans après la première application des ultrasons en odontologie qui se limitait alors à la parodontologie (28).

## Chapitre 3 : L'utilisation des ultrasons en endodontie

En effet, malgré l'amélioration de la qualité globale des traitements depuis la généralisation de l'instrumentation rotative à l'aide des limes en nickel-titane (NiTi), le raccourcissement de la durée des procédures de préparation, associé à une production massive de débris par l'instrumentation, peut conduire à une insuffisance de nettoyage et compromettre l'efficacité de la désinfection et la qualité de l'obturation. L'activation des solutions d'irrigation a pour objectif d'accroître leur efficacité lors de la procédure d'irrigation finale (29).



Fig 18 : irrigation des canaux d'une prémolaire à l'aide d'un insert ultrasonique .

L'utilisation de l'irrigation couplée aux ultrasons permet un meilleur nettoyage du système canalaire ; l'élimination des tissus pulpaire, des débris dentinaires et des micro-organismes qui sont des étapes primordiales lors du traitement endodontique.

En raison de la complexité du système canalaire, il est impossible de nettoyer la totalité des canaux principaux et secondaires et ceci, même avec des instruments en nickel titane apportant une grande flexibilité(30), L'action mécanique des instruments de préparation ne peut être à elle seule garante d'un nettoyage et d'une antiseptie canalaire adéquate, l'association de solutions d'irrigation tout au long des étapes de préparation canalaire s'impose donc comme une condition indispensable à la réussite du traitement endodontique (68).

### **3.2.1 Les solutions d'irrigation:**

#### **3.2.1.1 Les agents antiseptiques :**

##### **3.2.1.1.1 Hypochlorite de sodium :**

Parmi toutes les solutions disponibles, l'hypochlorite de sodium (NaOCl) demeure la solution de référence en raison de ses propriétés : spectre antibactérien large, action solvante sur les tissus organiques (action protéolytique), faible coût (68).

## Chapitre 3 : L'utilisation des ultrasons en endodontie

---

Les inconvénients majeurs présentés par le NaOCl sont l'absence de dissolution de la boue dentinaire et sa toxicité tissulaire avérée, pouvant avoir des conséquences sévères en cas d'extrusion dans la zone périapicale .

Le choix de la concentration à laquelle cette solution doit être utilisée demeure l'objet de nombreux débats. Si l'efficacité antibactérienne et le pouvoir de dissolution Des tissus organiques augmentent avec la concentration de la solution, le risque de toxicité augmente également. Il semble aujourd'hui raisonnable de proposer des concentrations se situant aux alentours de 2,5 % de NaOCl, la fréquence de renouvellement de l'agent d'irrigation semblant jouer un rôle aussi important que sa concentration(68).

L'inactivation du NaOCl se produit en effet rapidement au contact des tissus et les débris dentinaires en suspension minorent significativement son action antibactérienne. Certains procédés chimiques ont été envisagés dans le but d'amplifier les qualités cliniques de NaOCl (68).

L'élévation de température de la solution permet l'obtention de propriétés majorées pour une toxicité minorée puisqu'ayant recours à une solution de moindre concentration : les performances d'une solution de NaOCl 1 % à 45 °C sont équivalentes à celles d'une solution de 5,25 % à 20 °C [28]. La diminution du pH ou encore l'ajout d'agents tensio-actifs donnent des résultats prometteurs dans les études *in vitro*, mais il convient néanmoins d'évaluer leur réel intérêt dans les conditions cliniques (68).

Les conditions et la durée de conservation des solutions de NaOCl ont une influence majeure sur la vitesse de dégradation du produit. Il semble préférable de favoriser les préparations dites à usage médical (stabilisées) plutôt que des solutions à usage industriel pouvant impliquer des dilutions, qui sont moins stables dans le temps et qui ne présentent aucune possibilité de traçabilité en cas d'accident peropératoire. Il est primordial de bannir les produits contenant des parfums ou additifs et de préférer pour la dilution de l'eau distillée stérile. Le produit devra être conservé à l'abri de la lumière (bouteille opaque et hermétique) et de la chaleur.

### 3.2.1.1.2 Digluconate de chlorhexidine :

La chlorhexidine (CHX) a été proposée comme alternative à l'utilisation d'une solution de NaOCl pour pallier aux inconvénients de celle-ci. Bien que présentant d'excellentes propriétés antibactériennes, l'absence d'activité protéolytique ne permet pas son usage comme solution d'irrigation principale. La CHX peut en revanche être envisagée comme alternative au NaOCl en rinçage final à une concentration de 2 % . Celle-ci présente en effet une propriété intéressante appelée rémanence qui lui permet de rester active à doses thérapeutiques jusqu'à 48-72 heures après application (68).

### 3.2.1.2 Les agents chélateurs :

L'action mécanique des instruments de préparation canalaire crée un enduit pariétal appelé boue dentinaire qui ne peut être éliminé complètement par le NaOCl et la Chlorhexidine, et ce même si on leur adjoint une activation. Il pourra donc être nécessaire de recourir à des agents chélateurs en plus de l'irrigation antiseptique.

## Chapitre 3 : L'utilisation des ultrasons en endodontie

---

Un certain nombre d'arguments penche en faveur d'une élimination systématique de la boue dentinaire en fin de préparation, celle-ci étant susceptible de contenir des bactéries, d'empêcher l'accès des solutions d'irrigation en regard des bactéries intratubulaires et de créer des défauts d'adaptation de l'obturation canalaire (68).

Il semblerait qu'un temps d'action moyen d'une minute soit suffisant pour obtenir un nettoyage efficace des surfaces canales tout en évitant une déminéralisation excessive. Parmi les agents chélateurs utilisés on retrouve :

### 3.2.1.2.1 Acide éthylène diamine tétra-acétique (EDTA) :

L'EDTA est un agent chélateur puissant, sans activité antibactérienne propre. Il est commercialisé sous forme liquide à des concentrations variant de 8 % (Salvizol-EDTA®, Pierre Rolland) à 15 ou 17 % (Coltène EDTA).

### 3.2.1.2.2 Acide citrique :

L'utilisation d'acide citrique de 10 % à 20 % a également été proposée : Citrysol 10 % Citric Acid Solution (Prevest DentPro®), Citric Acid 20 % Ultradent® (Ultradent Products INC). Il présente l'avantage d'être moins toxique que l'EDTA vis-à-vis des tissus organiques pour une efficacité équivalente, et de posséder une activité antibactérienne propre. Son utilisation reste cependant à ce jour peu répandue (68).

## **3.2.2. Irrigation ultrasonique :**

En 1957 Richman a été le premier à utiliser des ultrasons en endodontie. Les premières limes ultrasonores utilisés avec une fréquence de 25 à 30 kHz étaient proposées pour le débridement et le nettoyage canalaire. Très rapidement, leur utilisation s'est avérée complexe, notamment dans les canaux courbes. Les nombreuses perforations apicales et irrégularités de mise en forme associées à un mauvais contrôle de l'efficacité de coupe ont très vite conduit à l'élimination de ces instruments comme moyen de mise en forme (31) .

Deux types d'irrigations dites ultrasonores, ont été décrits dans la littérature médicale. La première consiste à combiner l'irrigation avec une instrumentation ultrasonore (IU); Cette technique n'a pas démontré d'efficacité réelle et présente l'inconvénient d'être difficile à maîtriser (risque de perforation, stripping). Ce n'est donc pas une alternative à l'instrumentation manuelle.

La seconde dissocie l'irrigation et l'instrumentation. Cette dernière est appelée irrigation ultrasonore passive (IUP) ; elle s'avère finalement plus efficace pour l'élimination de la boue dentinaire et le biofilm que l'irrigation ultrasonore. Cette IUP a été décrite la première fois par Weller. La qualification de passive est liée à l'absence d'effet de coupe des instruments concernés. elle est fondée sur la transmission d'énergie acoustique d'un instrument oscillant (31) « L'oscillation d'un insert sonique ou ultrasonique est définie par sa fréquence de vibration, l'amplitude de ses déplacements et le type général de déplacements de l'insert » à l'irrigant dans le canal radiculaire, induisant ainsi un flux et des cavitations acoustiques (29).

## Chapitre 3 : L'utilisation des ultrasons en endodontie

Le flux acoustique correspond au mouvement rapide d'un fluide autour d'un instrument en oscillation. Ainsi, le flux se créant dans un canal radiculaire pendant la PUI est décrit comme un micro-flux acoustique. La cavitation acoustique quant à elle, peut être définie par la création de nouvelles bulles par expansion, contraction et/ou distorsion de bulles préexistantes dans un liquide (32).

Lors du passage des ultrasons dans le liquide d'irrigation deux types de cavitation peuvent se produire une stable et une éphémère. La cavitation stable est constituée de bulles qui vibrent et implosent dans le liquide d'irrigation, faisant augmenter sa température. Un micro courant acoustique se produit autour des bulles(30).

La cavitation éphémère est constituée de bulles qui provoquent de forts bouillonnements et qui peuvent imploser très rapidement sous forme d'une décharge de vagues de choc (fig19).

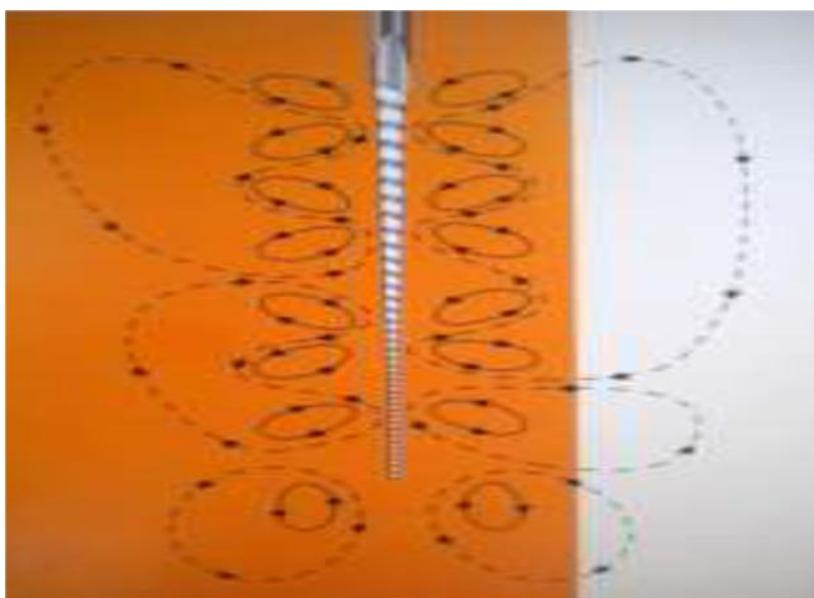


Fig 19 : Motif théorique d'un micro courant autour d'un insert à irrigation ultrasonique

### **3.2.2.1. Dispositif ultrasonique utilisé pour l'activation de l'irrigation:**

Il s'agit d'un insert métallique en acier traité spécialement pour résister à la corrosion. Il est monté par vissage sur une pièce à main ultrasonique et relié à un générateur piézoélectrique. Quatre références sont proposées, en diamètre 20 ou 25/100 mm et en longueur 21 ou 25 mm. Les instruments ont un profil de lime avec une section carrée à angle arrondi. Ils sont stérilisables et réutilisables (fig20,21) (29).

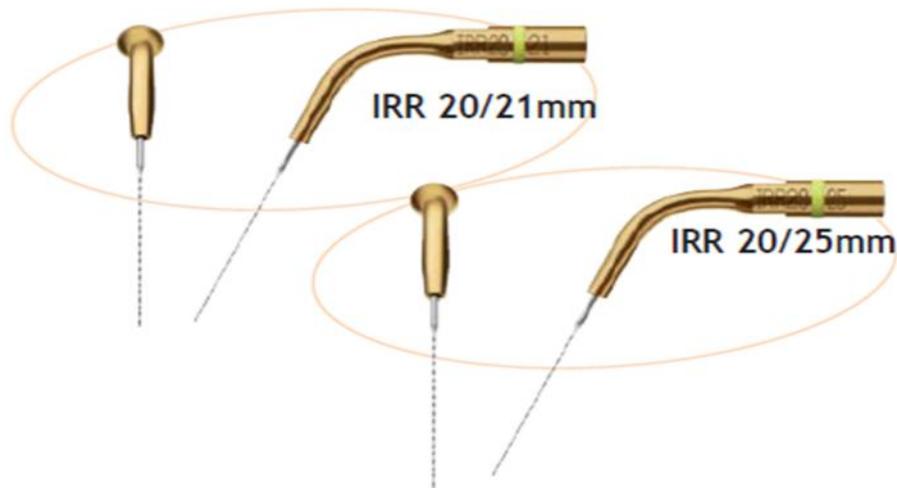


Fig 20 : Limes ultrasoniques 20/21mm 20/25mm



Fig 21 : Limes K de différents diamètres et de Longueurs



Fig 22 : Générateur piézoélectrique



Fig 23 :Lime ultrasonore

La fréquence de vibration étant fixée à 30 kHz, c'est le réglage de la puissance qui détermine l'amplitude de déplacement de l'insert. Le dispositif comprend un système de compensation de la puissance en temps réel qui maintient les caractéristiques d'oscillation de l'insert en cas de contact avec les parois(29).

Du fait de l'absence de conicité, l'amplitude des vibrations le long de l'insert est quasi constante ; elle est comprise entre 10 et 40  $\mu\text{m}$  en fonction du diamètre et de la longueur de la lime. La lime subit donc une onde sinusoïdale de déformation transversale dans un plan préférentiel avec une succession de 3 nœuds et 4 anti-nœuds sur la partie immergée dans le canal (Fig24).



Fig 24 : Ondulations sinusoïdales de la lime ultrasonore

### 3.2.2.2 Mécanismes d'action :

L'apparition de courants acoustiques au sein de la solution est observable avec les inserts ultrasoniques d'activation, y compris dans l'environnement confiné d'un canal radiculaire. Ils se matérialisent par la formation le long de l'insert de plusieurs séries de tourbillons (vortex) et sont responsables d'un écoulement dirigé bilatéral à distance de l'insert dont la vélocité est maximale dans le plan de l'oscillation (Fig 25) (29).

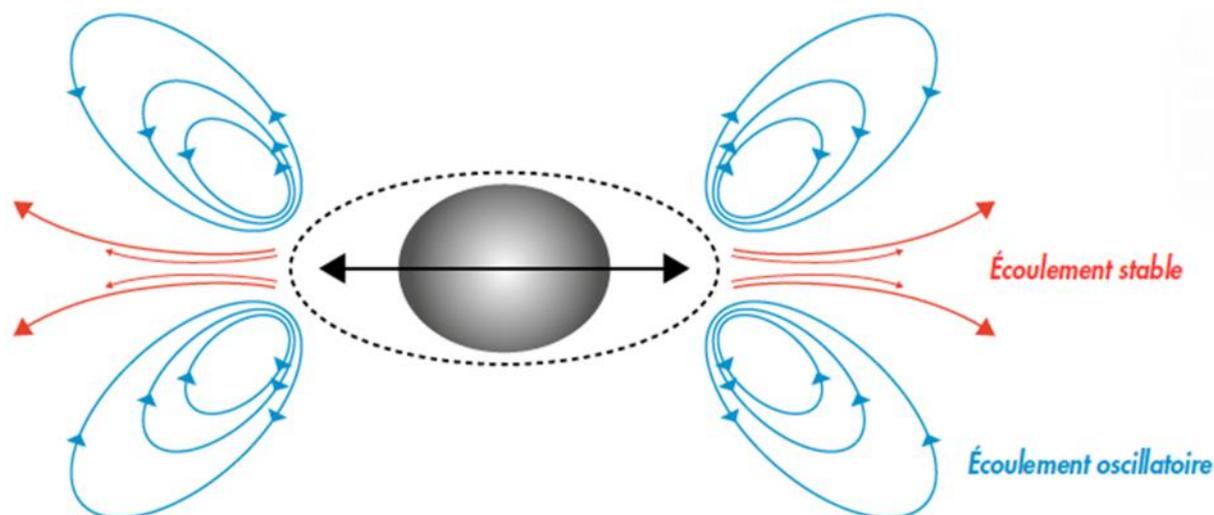


Fig 25 : Le déplacement transversal de l'insert ultrasonore génère des courants acoustiques sous la forme de vortex latéraux et de jets dirigés à distance de l'insert.

Le phénomène de cavitation ultrasonique quant à lui, bien que théoriquement possible, est cependant expérimentalement ardu à reproduire, il est donc difficile d'affirmer qu'il contribue cliniquement de façon majeure à l'efficacité de ce type de dispositif dans la plage de puissance préconisée. Les caractéristiques de déplacement de l'insert sonore dans le canal sont difficiles à modéliser, mais les enregistrements vidéo in vitro dans des simulateurs montrent l'absence d'oscillation libre de l'insert avec des contacts multiples qui entravent son déplacement.

Ce type de dispositif est incapable de générer des courants acoustiques et encore moins responsable de phénomène de cavitation. Il est néanmoins responsable d'un brassage efficace de la solution. Par ailleurs, les nombreux contacts pariétaux induisent des chocs et des frottements, qui participent probablement à son action physique de nettoyage (29).

Cette activation est utilisée lors de la phase finale de la désinfection. Le canal a alors été préparé et mis en forme. La lime bien qu'inactive, ne doit pas entrer en contact avec les parois canalaire pour permettre l'effet d'activation recherché.

L'insert ultrasonique est utilisé en alternance avec le renouvellement de la solution d'irrigation. La lime est placée, à l'arrêt, dans la lumière canalaire puis elle est activée pendant une à deux minutes.

L'activation de la solution permettrait de décoller la boue dentinaire présente sur les parois radiculaires et faciliterait l'élimination des biofilms considérés actuellement comme une des principales sources d'échec en endodontie (fig26) (29).



Fig 26 : Effet des ultrasons sur la solution d'irrigation

### **3.2.2.3 Les avantages de l'irrigation ultrasonique passive :**

- l'IUP est plus efficace comparé aux seringues manuelles.
- Amélioration significative des effets du NaOCL (pouvoir de dissolution tissulaire).
- Amélioration significative du retrait de bactéries comparé aux seringues manuelles, liée à l'effet de douche.
- Retrait accru de la smearlayer.
- Efficacité accrue dans les canaux courbes.
- Efficacité accrue pour nettoyer l'isthme entre deux canaux comparée à une seringue manuelle, le PUI a le potentiel d'atteindre des zones non préparées par l'instrumentation mécanique.
- Efficacité supérieure comparée à l'irrigation sonique (qui oscille jusqu'à 6KHz, donc offre une moins grande vitesse vibratoire de l'irrigant).
- élévation de la température de la solution, les études se rejoignent sur une baisse transitoire initiale de température lors de l'irrigation puis une augmentation lors de l'oscillation. Cette augmentation améliore la réactivité chimique du milieu ; au-delà de 47 C les préjudices tissulaires sont irrémédiable (33).

**3.2.2.4 Les paramètres d'efficacité :** les paramètres qui améliorent l'efficacité de l'activation ultrasonique sont :

- Le diamètre et la conicité de la préparation canalair.
- Dans une étude récente, pour 3 minutes d'activation, l'irrigation continue et l'irrigation discontinue offrent une efficacité équivalente (69).
- L'impact du temps d'irrigations sur l'efficacité de la PUI reste inconnue.
- L'apport d'un insert doux ou non coupant, pour éviter les risques de faux canaux.
- L'influence de la direction vibratoire de l'aiguille, une vibration en direction d'une infractuosit  est plus efficace comparée   un flux perpendiculaire  $p=0.002$  (33).

### **3.2.3 Irrigation sonore :**

Selon un modèle équivalent que celui décrit précédemment, l'activation de la solution peut se faire grâce à des limes en plastique animées d'un mouvement oscillatoire d'une fréquence de 10 000 cycles par minute. Le seul dispositif actuellement sur le marché permettant cette activation est l'EndoActivator.

- **Dispositif sonore utilisé pour l'activation de l'irrigation l'EndoActivator:**

Il s'agit d'une pièce à main avec des embouts en plastique à usage unique dont la forme correspond à celle du dernier instrument de mise en forme utilisé. Ces inserts en polyamide sont montés directement par clipsage sur le générateur (fig 27, 29).

Trois tailles d'insert sont proposées (15/.02, 25/.04 et 35/.04). Ils sont de forme conique, de section ronde et de surface lisse, et n'existent qu'en longueur de 22 mm. Ils sont livrés non stériles et destinés à usage unique (fig 28) (29).



Fig 27 : Pièce à main sonore de l'EndoActivator



Fig 28 : Inserts sonique de l'EndoActivator



Fig 29: Pièce à main EndoActivator et embouts à usage unique spécifiques. Trois tailles sont proposées (jaune 15/2 %, rouge 25/4 % et bleu 30/6 %), mais seuls les embouts rouge et bleu ont un intérêt

## Chapitre 3 : L'utilisation des ultrasons en endodontie

---

Le canal est rempli de solution d'irrigation, la lime en plastique est placée dans le canal à 1 mm de la longueur de travail, puis elle est mise en action pendant une à deux minutes. Elle est continuellement animée d'un mouvement de pompage d'une amplitude de 2 à 3 mm.

La fréquence de vibration est ajustée par défaut à un maximum de 190 Hz (200 fois plus faible que l'IrriSafe). L'amplitude de vibration de l'insert est de l'ordre de 1,2 mm (30 à 120 fois plus grande que l'IrriSafe) à son extrémité en l'absence de contact, ce qui ne se produit jamais dans le canal. Du fait des longueurs d'onde et de l'amplitude théoriquement élevées, l'ensemble de l'insert fléchit alors que l'extrémité de l'instrument décrit un mouvement elliptique dans l'espace (fig30)(29).

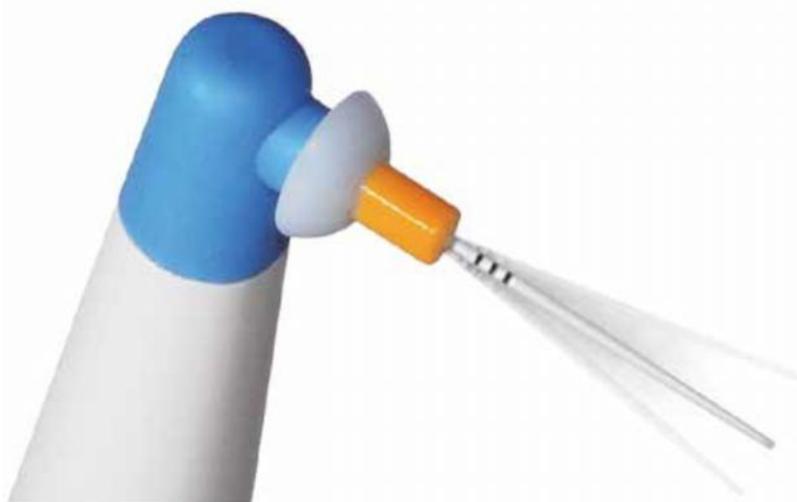


Fig 30 : Flexion de l'insert sonore avec un mouvement elliptique de son extrémité

Dans le canal, l'instrument rebondit plusieurs centaines de fois par seconde et de manière aléatoire sur les parois. Cette technique, simple à utiliser et finalement peu coûteuse, permet d'optimiser considérablement la qualité du nettoyage et donc de la désinfection du système endodontique. Cet appareil n'est utilisé que lors de la phase de rinçage final (29).

### **3.2.4 Justification de l'activation de la solution d'irrigation :**

Alors que l'irrigation à la seringue est responsable de la pénétration et du renouvellement de la solution, les vitesses d'écoulement observées au niveau des parois pour un débit cliniquement réaliste (entre 0,1 et 0,25 ml/sec) n'atteignent jamais des valeurs suffisamment élevées pour générer les contraintes de cisaillement nécessaires au détachement d'un biofilm bactérien ou de l'enduit pariétal.

Par ailleurs, la circulation des solutions dans les ramifications obéit davantage aux principes de la diffusion qu'à celui de la convection. Elle dépendra donc plus du gradient de concentration des solutions et du temps et sera limitée par le fait que le micro-canal est initialement rempli de matières organiques.

La zone apicale du canal principal constitue la limite d'efficacité de l'irrigation à la seringue, y compris à l'issue de la mise en forme (29).

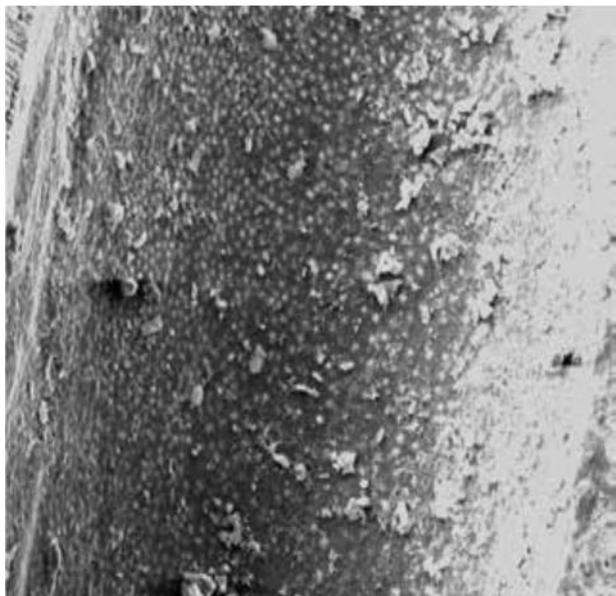


Fig 31 : Débris résiduels macroscopiques sur les parois après instrumentation rotative et irrigation à la seringue.

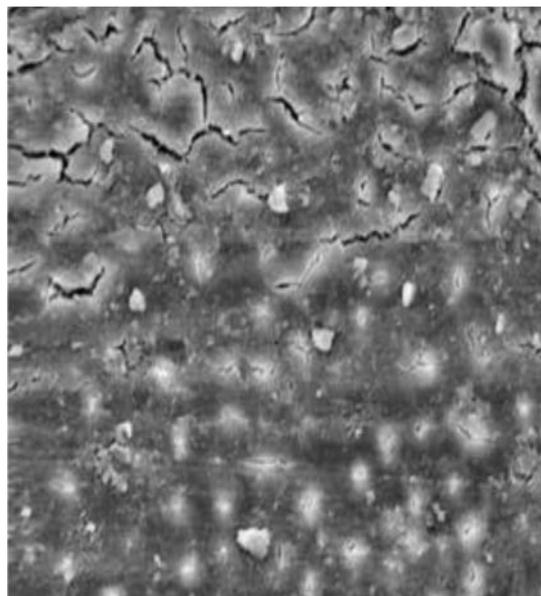


Fig 32 : Couche de boue dentinaire (smear layer) recouvrant les parois dans le tiers apical après instrumentation rotative et irrigation à la seringue

Les zones non instrumentées ou hors de portée (isthmes inter canalaire, canaux latéraux) de l'instrumentation ne doivent pas non plus être négligées car elles peuvent constituer des niches écologiques pour le développement d'une infection.

Les micro-organismes résiduels possèdent la capacité de s'y organiser sous la forme de biofilm et d'y survivre même dans des conditions environnementales dépourvues de sources de nutriments. Les dispositifs d'activation s'inscrivent dans une démarche de potentialisation des effets physiques et chimiques des solutions pour augmenter leur efficacité et accélérer les procédures cliniques (fig31.32)(29).

### **3.2.5 Les conséquences sur la dynamique des fluides à l'intérieur du système canalaire :**

L'hypothèse de la cavitation avec en corollaire la propagation d'onde de choc étant mise de cote, la dynamique des fluides lors de l'activation répond aux mêmes lois de l'hydrodynamique que lors de l'irrigation à la seringue, c'est-à-dire celles d'un écoulement de régime laminaire, qui peut être stable ou instable, mais sans jamais devenir turbulent du fait des caractéristiques des dispositifs ultrasonores utilisés. C'est donc l'intensité plus forte de ces courants par rapport à l'irrigation classique qui est responsable de contraintes de cisaillement sur les enduits pariétaux :

Les contraintes étant augmentées par le confinement, il semble important que l'insert soit proche de la paroi. La vibration de l'insert sonique produit un déplacement de la solution équivalent en volume et en vitesse à celui de l'insert ultrasonique :

l'écoulement y est strictement laminaire sans que l'on sache s'il est stable ou non. L'activation sonique produit des résultats au moins équivalents à l'agitation d'un maître-cône de gutta percha sans que l'on sache s'ils sont attribuables aux nombreux contacts ou aux déplacements liquidiens (29).

## Chapitre 3 : L'utilisation des ultrasons en endodontie

### **3.2.6 Comparaison entre l'irrigation sonique et ultrasonique :**

Les deux dispositifs d'activation, qu'ils soient soniques ou ultrasoniques, sont responsables d'un déplacement de la solution qui permet une pénétration et un renouvellement efficace à condition de pouvoir positionner l'insert au voisinage de la longueur de travail.

Les courants acoustiques générés lors de l'activation ultrasonique sont responsables d'un déplacement de la solution le long de l'insert et jusqu'à plusieurs millimètres en avant de son extrémité.

La forme conique de l'insert sonique favorise le déplacement dans les deux directions, coronaire et apicale, lorsque l'on anime le dispositif d'un mouvement de va et vient vertical. Aucun déplacement apical de la solution n'est observé au-delà de l'extrémité de l'insert. Les deux dispositifs améliorent de façon significative l'élimination des débris et de la smear layer, y compris dans la zone apicale (29).

**Tableau 4 : Tableau récapitulatif des caractéristiques des instruments ultrasoniques et Soniques (29).**

<b>Dispositif ultrasonique</b>	<b>Dispositif sonique</b>
Courant acoustiques++mais attention à l'orientation de l'insert.	Pas de courant acoustiques mais une agitation.
Cavitation + / -	Pas de cavitation.
Potentialise l'efficacité de l'hypochlorite de sodium par élévation de la température.	Pas d'élévation de la température.
Intérêt pour l'EDTA non démontré.	
Cycles d'activation (10 secondes) et de rinçage (2 ml) à répéter 3 fois, avec le NaOCl uniquement.	Activation permanente pendant 30 secondes de l'EDTA du NaOCl.
Risque d'inclusion de microbes.	Risque d'inclure des bulles.
Abrasion des parois si contacts multiples simultanés et de butée si insertion forcée.	Pas d'abrasion des parois. Mise en forme conique indispensable.
Difficulté de positionnement dans le tiers apical des canaux courbes	Insertion possible dans la zone apicale des canaux courbes
Risque de fracture spontanée de l'extrémité de la lime.	Pas de risque de fracture de l'insert.
Agitation des solvants risquée (vaporisation de composés volatils toxiques)	Agitation des solvants possible.

### **3.2.7 Protocole d'activation de la solution d'irrigation :**

- Pendant la phase de mise en forme canalaire :  
Entre chaque instrument, rinçage avec 1 ml d'hypochlorite de sodium à 2,5 % de chaque canal. L'irrigation à ce stade permet principalement d'éliminer les débris et de faciliter le passage des instruments en assurant une lubrification.
- Rinçage final :  
Il s'agit de la dernière étape du traitement avant la phase d'obturation. C'est au cours de cette étape que la désinfection va être optimisée, l'optimisation de laquelle dépend le pronostic à long terme du traitement. Elle n'intervient que lorsque la mise en forme est complète et que l'adaptation du maître cône est possible sans ambiguïté.

## Chapitre 3 : L'utilisation des ultrasons en endodontie

---

- Remplir les canaux avec une solution d'hypochlorite de sodium à 2,5 %.
- L'insert (sonique ou ultrasonique) doit être positionné à l'arrêt dans le canal, avant d'être activé. Il doit être en retrait de 1mm de la longueur de travail et vibrer sans contrainte à l'intérieur de la lumière canalaire.
- Activation de la solution in situ pendant 1 minute dans chaque canal.
- Rincer à nouveau les canaux avec de l'hypochlorite de sodium, puis les vider en aspirant le contenu avec la seringue.
- Remplir les canaux avec de l'EDTA à 17 % (Largal Ultra®, Septodont, ou solution pharmaceutique).
- Activer la solution pendant 1 minute avec une technique au choix (activation sonique ou ultrasonique).
- Laisser la solution en place pendant 5 minutes puis vider les canaux de leur contenu en aspirant avec la seringue.
- Rincer et activer une dernière fois avec de l'hypochlorite de sodium à 2,5 %.
- Vider les canaux de leur contenu et les sécher avant d'obturer.
- Facultatif : un dernier rinçage à l'alcool absolu peut être effectué afin de déshydrater superficiellement la dentine radiculaire et optimiser le scellement par une meilleure adhérence du ciment d'obturation (31).

### **3.2.8 Complexité anatomique et irrigation aux ultrasons :**

#### **3.2.8.1 Au niveau des canaux courbes ou présentant plusieurs courbures :**

Même si l'alliage métallique de l'insert ultrasonique est suffisamment flexible pour passer une courbure légère et que les oscillations de l'instrument sont maintenues en cas de contact ponctuel, il n'est pas recommandé de gainer l'instrument. Le problème du positionnement de l'insert ultrasonique au-delà de la courbe peut être résolu en recourbant la lime pour l'adapter à la configuration canalaire. Cependant, il sera difficile de reproduire plusieurs courbes sur l'instrument.

Par ailleurs, l'instrument devra être recourbé différemment pour le canal suivant au risque de le fragiliser. L'insert en plastique de l'activateur sonique est assez souple pour se conformer spontanément aux différentes courbures à condition que la mise en forme soit suffisante pour accepter l'instrument qui est conique.

#### **3.2.8.2 Au niveau des isthmes :**

Les isthmes sont des connexions intercanalaires dont la présence doit être suspectée dès qu'il existe deux canaux dans une racine; ce sont des zones anatomiques étroites contenant de la pulpe et / ou du tissu nécrotique.

L'accumulation des débris liés à l'instrumentation, ainsi que les résidus de matières organiques vont y limiter la pénétration des solutions ; l'isthme doit être désinfecté et nettoyé aussi complètement que possible. Lors de l'instrumentation de canaux avec des instruments traditionnels, une grande partie des zones infectées reste intacte. Cela signifie que le biofilm n'est pas complètement éliminé (fig33).

Dans cette indication, les dispositifs ultrasoniques sont plus efficaces que les soniques leur pointes ultrasoniques peuvent aider à augmenter considérablement le pourcentage de surface nettoyée et à améliorer l'élimination du biofilm, le positionnement de l'insert ultrasonique est important de façon à diriger le jet dans le plan de l'isthme, ce qui est plus ou moins aisé en fonction de la position de la dent sur l'arcade. (29)

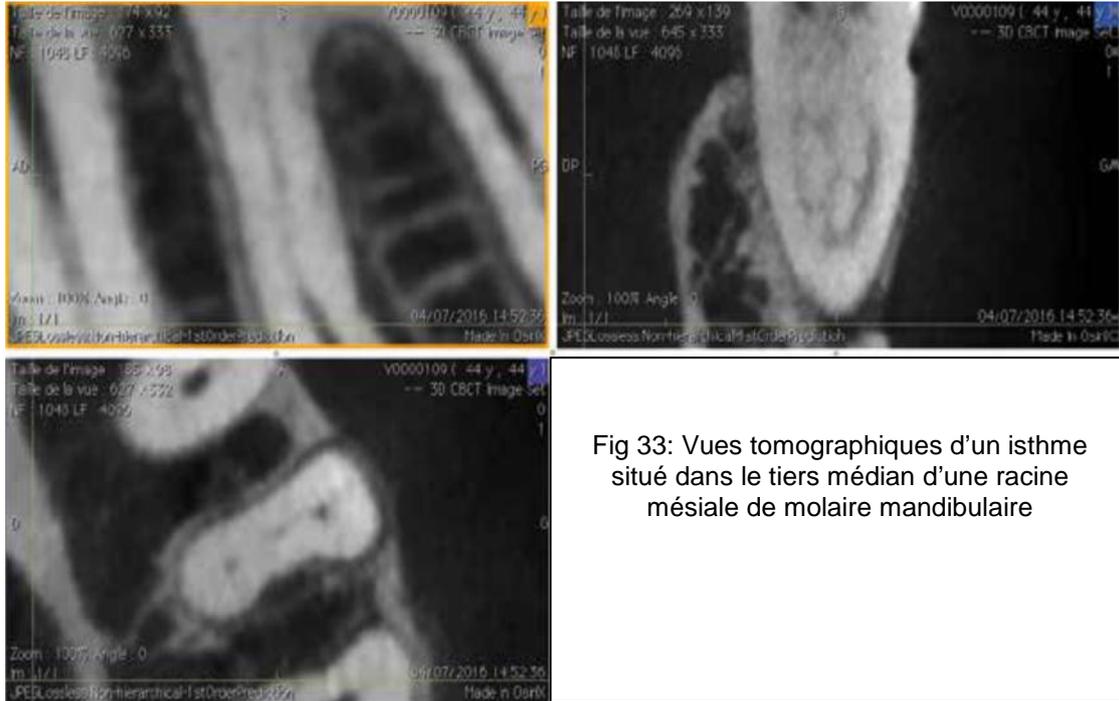


Fig 33: Vues tomographiques d'un isthme situé dans le tiers médian d'une racine mésiale de molaire mandibulaire

**Tableau 5 : les inserts ultrasoniques utilisés pour le nettoyage des isthmes.**

E18 – ISTHME	E18D - DIAMANT	E4D - LONG	E2D-DIAMANT	R1 - CLEARSONIC™
				
<p>L'embout d'isthme est utilisé pour l'élimination sélectif de la dentine dans l'isthme ou dans les zones à faible accès, et c'est un excellent choix pour les retraitements, le nettoyage du canal radiculaire et l'élimination de la Gutta-percha.</p>	<p>L'embout Isthmus D est spécialement conçu pour traiter l'isthme ou les zones à faible accès dans lesquelles une action de coupe latérale et latérale est nécessaire.</p>	<p>L'E4D assure une coupe latérale sûre et efficace ou l'enlèvement de la dentine du plancher pulpaire. Indispensable pour élargir l'accès et creuser les parois des rainures.</p>	<p>Le diamant conique E2D est indiqué pour la coupe latérale et finale, en agrandissant l'isthme et la cuvette.</p>	<p>La pointe R1 Clearsonic™ est utilisée pour le nettoyage sélectif des zones non touchées par les fichiers traditionnels. C'est un excellent choix pour les retraitements, en particulier dans les canaux de forme ovale, et très efficace dans l'élimination de la Gutta-Percha.</p>

## Chapitre 3 : L'utilisation des ultrasons en endodontie

### • Protocole du nettoyage des isthmes avec des inserts ultrasoniques :

- 1 - Nettoyer l'isthme en utilisant une pointe à ultrasons de diamètre approprié. Pour les canaux plus fins, nous recommandons les embouts ISTHMUS, ISTHMUS D ou Clearsonic. Pour les canaux plus grands, l'E4 ou l'E4D.
- 2 - Touchez les parois du canal avec la pointe ultrasonique afin de dissocier le biofilm. Les pointes revêtues de diamant ont une action de coupe plus élevée. Par conséquent, ils doivent être utilisés avec prudence, de préférence par des professionnels disposant d'un équipement d'agrandissement.
- 3 - Enfin, vous pouvez activer le flux d'eau pour rincer et enlever les débris créés pendant la procédure.



Fig 34 : Canaux après instrumentation avec des fichiers.



Fig 35: L'insert à ultrasons doit toucher toutes les parois de l'isthme.



Fig 36: Zone propre de l'isthme

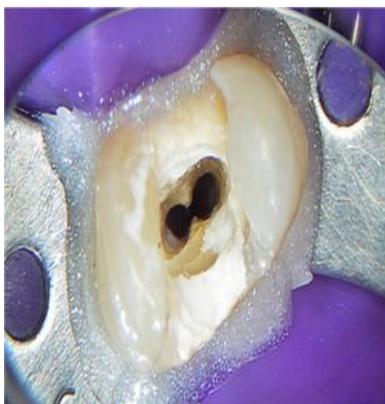


Fig 37: Prémolaire après préparation avec des fichiers traditionnels .  
Ultrasonique ISTHMUS D

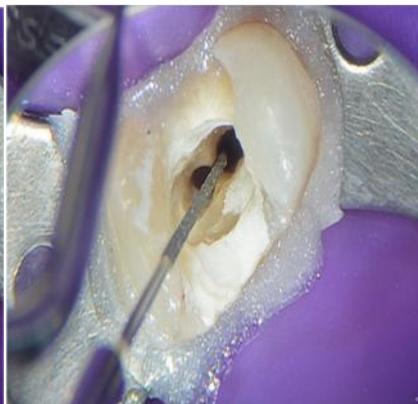


Fig 38 : ISTHMUS D tip en action, nettoyage de l'isthme

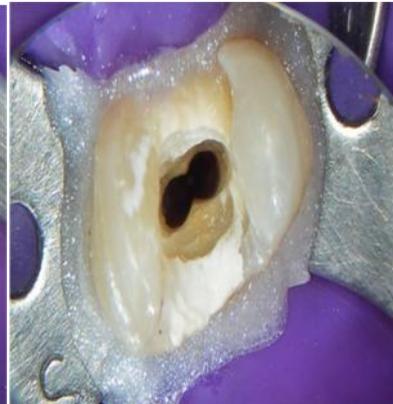


Fig 39: Nettoyer les parois du canal après l'intervention avec la pointe

### **3.2.8.3 Au niveau des canaux latéraux :**

Ce sont des ramifications du canal principal qui communiquent avec le système d'attache : il est fondamental de chercher à contrôler l'infection, quand elle s'y est établie. Du fait de leurs dimensions, la circulation des solutions y obéit davantage aux règles de la diffusion qu'à celle de la convection. Il n'est pas démontré que les dispositifs d'activation contribuent de façon majeure à leur nettoyage : il semble qu'ici le renouvellement de la solution et le temps d'application soient décisifs (29).

### **3.2.9 Les précautions à prendre lors de l'utilisation des inserts soniques et ultrasoniques :**

Les inserts ultrasoniques d'endodontie sont susceptibles de se fracturer spontanément du fait de la succession très élevée de déformations en un même point. Cette fracture s'observe quasi exclusivement au niveau du deuxième anti-nœud en partant de l'extrémité, résultant en la perte d'un fragment de 5 mm. Elle survient plus rapidement dans l'air que dans un liquide, c'est la raison pour laquelle les inserts ne doivent être actifs qu'une fois insérés dans le canal d'une dent dont la cavité d'accès est remplie de solution d'irrigation (29).

En cas de fracture, le fragment est en règle générale facile à retirer par simple rinçage à la seringue du fait de mise en forme déjà réalisée. Les angles des spires étant arrondis, ils présentent une faible abrasivité sur les parois à condition d'éviter leur gainage (il convient donc d'éviter leur utilisation au niveau des canaux présentant des courbures). De même, l'insertion forcée de l'insert peut conduire à la formation d'une butée. L'insert devra être retiré de 1 mm par rapport à sa profondeur de pénétration maximale et ne pas rester statique lors de l'activation dans un canal courbe.

Les inserts soniques en polyamide sont censés être à usage unique (une pré-désinfection avant utilisation est recommandée). En effet, ils supportent assez mal la stérilisation, qui occasionne des déformations et augmente le risque de fracture. Ils présentent cependant une excellente résistance à la dissolution par la plupart des solvants. En cas de fracture, le fragment est en règle générale facile à retirer à l'aide d'une lime H.

Ils présentent également une absence complète d'abrasivité ou d'agressivité par leur pointe, ils sont donc sûrs d'utilisation, y compris dans les canaux courbes ou présentant des courbures multiples (29).

Afin d'éviter une perte de liquide par éclaboussure et l'inclusion de bulles d'air dans le canal, il est recommandé de remplir le canal et la cavité d'accès de solution d'irrigation (fig40)(29).



Fig 40 : L'activation des inserts produit des éclaboussures de liquide d'irrigation et l'inclusion de bulles d'air dans la solution.

### **3.3 Intérêt des ultrasons dans l'obturation canalaire :**

Selon l'American association of endodontics, l'obturation canalaire est définie comme : «L'obturation complète tridimensionnelle de l'ensemble du système canalaire, aussi près que possible de la jonction cémento dentinaire (JCD) sans dépassement important ou sous obturation.» de plus «L'obturation du canal radiculaire devrait être effectuée à l'aide d'une quantité minimale de ciment de scellement ayant démontré une biocompatibilité.» et le canal obturé devrait «présenter radio graphiquement une apparence d'obturation dense s'étendant aussi près que possible de la JCD». (35)

L'obturation est l'étape ultime du traitement canalaire, la qualité de la condensation des matériaux étant le gage de la longévité du résultat même si pour Katebzadeh cette étape reste secondaire par rapport au débridement et la désinfection du canal.

Différentes techniques d'obturation existent, dans lesquelles la gutta-percha est le matériau le plus utilisé. La technique d'obturation latérale à froid peut être très efficace si le canal présente une conicité et une forme très régulière, ce qui est très rare en réalité. Pour des canaux avec des formes aberrantes, cette technique laissera des zones non ou mal obturées, c'est pourquoi des techniques d'obturation à chaud permettant de ramollir et compacter la gutta-percha et ainsi de combler tous les espaces qui ont été développées.

Lors de l'obturation à chaud, l'insert à ultrasons est mis en contact avec la gutta-percha puis activé, produisant ainsi de la chaleur et permettant le ramollissement du matériau d'obturation. Cette chaleur est transmise à l'ensemble de la dent mais cette transmission ne dépasse pas les 10°C, seuil maximal pour la santé péri-radriculaire. Cette augmentation de température serait encore plus faible à l'apex. Les vibrations ultrasoniques permettent également une meilleure répartition du ciment de scellement sur les parois canalaires et ainsi une meilleure étanchéité (36).

#### **3.3.1 Les inserts d'obturations canalaire :**

Ces inserts ont une forme de sonde lisse, cylindro-conique, d'une longueur de 19mm en moyenne et de conicité comprise entre 3 et 4% permettant l'obturation de canaux fins. Ils sont fins et souples pour pénétrer dans les canaux étroits et peuvent être précourbés pour mieux s'adapter aux canaux courbes. Ils ont pour actions principales l'échauffement et la vibration (fig41).



Fig 41 : Insert de condensation SO4

### Indication :

- condensation latérale des cônes de gutta percha .
- condensation verticale.

### Application :

Les condenseurs sont utilisés à puissance moyenne sans irrigation et sont insérés à la longueur de travail minorée de 1 à 2mm comme pour un condenseur manuel. Le condenseur ultrasonore est positionné avant d'être activé. La condensation se fait sous vibration en poussées légères, en compactant le maître cône latéralement sur la paroi dentinaire pendant 10 à 15 secondes. L'opération est renouvelée pour sceller les cônes accessoires (fig42).



Fig 42 : Condenseur fin S04

### Avantages de l'obturation canalair avec des inserts ultrasonores :

- Homogénéité de l'obturation.
- Diminution des vides.
- Meilleure diffusion de ciment de scellement.

### Inconvénients :

Il Ya toujours un risque de remonté le maitre cône ou les cônes accessoires(37).

### 3.4 interet des ultrasons dans le retraitement endodontique :

Le retraitement endodontique a été défini comme la « réalisation d'un nouveau traitement à la suite d'un traitement initial jugé inadéquat ou de son échec » .

L'Association Américaine des Endodontistes définit ainsi les modalités du retraitement endodontique (RTE) par voie orthograde : « Le RTE consiste à éliminer de la dent tous les matériaux d'obturation et à refaire le nettoyage, la mise en forme et l'obturation des canaux. » Si la prise de décision de RTE reste un acte majeur

## Chapitre 3 : L'utilisation des ultrasons en endodontie

---

et difficile dans les choix thérapeutiques qui s'offrent à nous lors d'un échec endodontique, il n'en reste pas moins que la technique du retraitement peut présenter quelques difficultés (38).

En effet, des difficultés anatomiques originelles s'ajoutent les écueils laissés par le premier traitement. Ancrages, colles, ciments, matériaux, butées, fausses routes et bris d'instruments sont autant de sources d'échec supplémentaire. Chacun de ces écueils est une étape qu'il convient de franchir.

Fort heureusement, ils ne sont pas toujours présents simultanément, car leur nombre est inversement proportionnel au pronostic. Une quantité importante d'instruments a été ajoutée à notre arsenal thérapeutique afin de nous aider à les surmonter. Le premier d'entre eux est représenté par les aides visuelles. Le grossissement et l'éclairage du champ opératoire autorisent alors l'utilisation d'une telle instrumentation (39).

Une fois l'indication du retraitement endodontique posée, le patient informé des modalités et des risques de l'intervention et son consentement obtenu, le retraitement proprement dit peut être envisagé. Il comprend deux étapes : l'une coronaire et l'autre radiculaire.

**L'étape coronaire** : consiste à déposer les reconstitutions coronaires ou corono-radiculaires pour accéder aux entrées canalaires. Après la dépose de ces éléments, le réaménagement de la cavité d'accès permet d'éliminer les interférences ou les surplombs résiduels et de repérer les entrées canalaires et, éventuellement, celle des canaux supplémentaires.

Ensuite, lors de **l'étape radiculaire**, l'élimination des matériaux intracanaux permet d'accéder à la zone apicale. En règle générale, ces matériaux sont des ciments de scellement associés à des matériaux plastiques (gutta-percha ou tuteur enrobés de gutta). Leur élimination ne présente pas de difficulté technique majeure. Cependant, dans certains cas, cette phase de désobturation est compliquée par la présence d'obstacles intracanaux comme des cônes d'argent ou des instruments fracturés.

Le profil des inserts ultrasonores, associé à leur faible encombrement, permet au praticien d'avoir un champ de vision dégagé lors de la procédure de retraitement. Il permet ainsi de travailler dans un minimum d'espace en réduisant les risques de dégâts radiculaires. Ces inserts malgré leur efficacité ne sont pas sans risque (40).

Aussi bien dans le temps coronaire que dans le temps radiculaire, les techniques doivent être sélectionnées et obligent à travailler de visu sous aide optique avec une manière à être les plus efficaces tout en étant les moins mutilantes pour les structures dentaires (41).

### **3.4.1 La dépose des reconstitutions corono-radiculaires :**

Les procédures non chirurgicales de retraitement endodontique nécessitent très souvent la dépose de tenons radiculaires. Cette étape est délicate car l'objectif est de retirer le tenon sans affaiblir, perforer ou fracturer les structures dentaires résiduelles. La précision des systèmes ultrasonores permet la dépose des tenons corono-radiculaires en respectant au maximum les tissus dentaires et en réduisant le risque de dommages radiculaires.

## Chapitre 3 : L'utilisation des ultrasons en endodontie

Le succès de la dépose des ancrages corono-radiculaires et le choix de l'insert dépendent de la précision du diagnostic et du geste thérapeutique.

Le diagnostic radiographique précise :

- La morphologie radicaire de la dent à traiter (longueur et largeur des racines, présence de courbures).
- La longueur du tenon à déposer et son diamètre.
- La direction intra-radicaire et son extension dans la chambre pulpaire.
- Le type d'ancrage à déposer (tenon métallique, screw-post, fibre).

L'extrémité coronaire du tenon doit être dégagée pour augmenter la surface de contact avec l'insert. Afin de mobiliser l'ancrage, la partie latérale de l'extrémité travaillante de l'insert doit rester en contact avec celui-ci de façon à potentialiser le transfert d'énergie et de favoriser la dislocation du ciment ou de la résine de scellement. L'insert est utilisé en martèlement.

En première intention, la mobilisation se fera par contact de l'insert sur la tête du tenon ou sur une pince hémostatique ayant préalablement clampé le tenon. Si cette procédure ne permet pas la mobilisation du tenon, l'élimination du matériau de scellement autour de celui-ci à l'aide d'un insert abrasif permettra d'engager les inserts de martèlement au contact du tenon en direction plus apicale.

L'élimination des matériaux (ciment, amalgame, résine composite) est réalisée par un léger mouvement de brossage appliqué sur le bord périphérique du tenon. Si nécessaire, le dégagement de l'entrée du canal peut être réalisé avec des inserts diamantés fins. La nature du matériau de scellement influence également les procédures de dépose et le choix de l'instrument. Les tenons métalliques scellés à l'aide de ciment sont martelés par des inserts métalliques résistants et les tenons fibrés collés sont abrasés par des inserts diamantés.

En cas de tenon métallique vissé, l'application de l'insert s'accompagne d'un mouvement de brossage en rotation anti-horaire, favorisant le dévissage. Les vibrations ultrasonores permettent la fragmentation du ciment de scellement, elles sont plus efficaces lorsqu'elles sont transmises au travers de tenons en acier inoxydable ou en titane.

À l'inverse, les tenons fibrés collés à l'aide de résine composite possèdent un module d'élasticité très faible qui empêche la transmission des vibrations et diminue donc l'efficacité des ultrasons. Les résines composites n'étant pas friables, les vibrations ultrasonores ne peuvent pas produire de micro-fractures au sein du matériau de collage. Ces tenons sont éliminés par usure et abrasion (42).

**Tableau 6: Recommandations pour la dépose des tenons**

Tenon	Insert	Action	Application
Vissé	Métal résistant	Martèlement	Rotation inverse
Scellé	Métal résistant	Martèlement	Latérale
Fibré collé	Diamanté large	Abrasion irrigation	Balayage

### **3.4.1.1 Les tenons lisses manufacturés :**

Il existe trois types de tenons en fonction de leur forme :

- Cylindrique : le plus rétentif mais aussi le plus fragilisant ;
- Conique : peu rétentif et délabrant ;
- Cylindro-conique : rétentif, peu mutilant et peu délabrant.

La dépose se fera en première intention par vibration ; Lorsque la portion camérale du tenon est suffisante, la première tentative de désinsertion s'effectue avec les ultrasons dans le but de désintégrer le ciment de scellement. Dans un premier temps, l'insert est positionné sur l'extrémité du tenon pour une efficacité maximale. Ensuite, l'insert est appliqué tangentiellement au tenon et on le fait tourner autour de celui-ci en sens anti-horaire. On peut alors souvent voir le tenon tourner avec l'insert et remonter dans la cavité camérale où il peut être saisi à l'aide d'une pince dont les mors sont suffisamment fins (43).

### **3.4.1.2 Les screw-posts :**

Ce sont des tenons vissés qui sont scellés, moyennant un ciment de scellement, dans le canal radiculaire. La plupart du temps, ils peuvent être facilement éliminés après que leur tête ait été soigneusement dégagée du matériau de restauration dans lequel ils sont inclus. Si la tête du screw-post n'a pas été endommagée, on peut utiliser les ultrasons en faisant tourner, dans le sens anti-horaire, l'insert autour de la tête du screw-post. Cette manoeuvre permet de désagréger le ciment de scellement, permettant ou facilitant ainsi la désinsertion(fig43,44) (44).

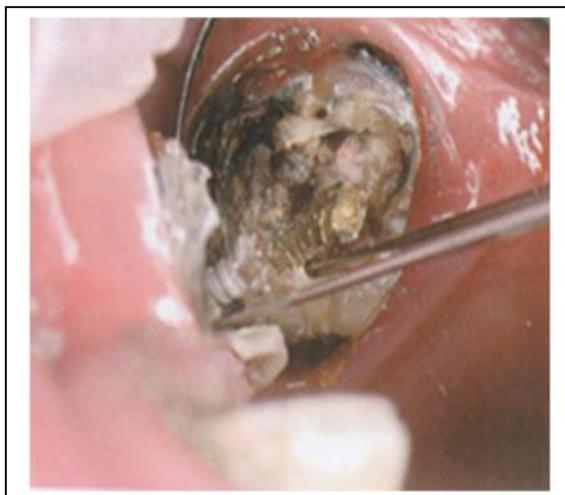


Fig 43:Élimination du ciment de scellement autour d'un screw post à l'aide d'un insert ET25S



Fig 44 : Dépose d'un screw post à l'aide d'un insert Endo1

### **3.4.1.3 Les tenons en fibre de carbone :**

En Théorie, ils devraient pouvoir être déposés facilement en les fragmentant à l'aide d'une lime ultrasonore rigide puis d'un foret Largo tournant à faible vitesse. Cette action est précédée par l'application sur le tenon d'un solvant spécifique à base de Glycolpropylenicether (ComposipostReaccess Solvant®).

## Chapitre 3 : L'utilisation des ultrasons en endodontie

---

Dans la pratique, la dépose s'avère être beaucoup plus difficile. On doit fréquemment utiliser des instruments endodontiques manuels, mécaniques ou ultrasoniques afin d'éliminer progressivement les fibres de carbone (45).

À l'issu du temps coronaire, la faisabilité du retraitement endodontique est réévaluée :

- la reprise de traitement canalaire est poursuivie devant la réussite de mise à nu du plancher pulpaire sans dommages collatéraux (fractures radiculaire, perforation du plancher pulpaire...). Après mise en place du champ opératoire, il sera très souvent nécessaire de retoucher la cavité d'accès, en éliminant les surplombs pouvant masquer un canal « oublié », et en accentuant la mise de dépouille des parois camérales, afin de permettre un accès instrumentale aux canaux radiculaire sans interférences coronaires, permettant ainsi un contact direct et centré de la pointe de l'instrument avec le matériau à désobturer (46).
- Devant l'échec de mise à nu du plancher pulpaire et des orifices canalaire, le retraitement est suspendu. En fonction du cas clinique, une autre option thérapeutique devra être retenue : chirurgie endodontique, amputation radiculaire..., voir même l'extraction.

### **3.4.1.4 Les inserts utilisés pour le descellement :**

La forme et la taille de l'insert jouent un rôle majeur dans la réussite de la dépose de l'ancrage corono-radicaire. Son extrémité travaillante ne doit pas être trop fine afin d'être efficace sans risque de fracture, et ni trop large pour qu'elle soit toujours en contact avec le tenon lors des mouvements anti-horaires appliquées autour de ce dernier. Ces inserts doivent être utilisés à puissance modérée ou élevée.

Deux familles d'inserts sont utilisées :

#### **3.4.1.4.1 Les inserts utilisés en martèlement :**

Les inserts en titane utilisés en martèlement possèdent une extrémité abrasive pour l'insert Endo1 (figure45) ,ou lisse pour l'insert ETPR

#### **Description :**

Les inserts lisses peuvent être :

- En bâtons de cloche (insert : Endo 1 lisse ),
- De forme conique et courts (insert ETPR),
- De forme cylindro-conique de longueur variable, de l'ordre de 16 mm pour l'ET25S.
- À parois parallèles d'environ 20mm de longueur (Endo 6).

Les inserts abrasifs sont quant à eux des inserts boules et cylindro-coniques.



Fig 45 : Inserts endo1, en alliage de titane

### Indications :

Ces inserts transmettent les vibrations et permettent le martèlement des tenons métalliques. Les inserts courts sont destinés aux interventions coronaires et les inserts plus longs et plus fins, ET 25S (Satelec®) et Endo 6 (ProUltra®, Maillefer®), sont destinés aux interventions dans le tiers médian du canal (fig46,47).

### Applications :

L'utilisation de ces inserts se fait sous puissance maximale et irrigation abondante en flux continu. L'insert doit être positionné au contact du tenon. Pour augmenter la résonance et l'efficacité de la vibration, un manche de miroir peut être placé en opposition à l'insert (47).

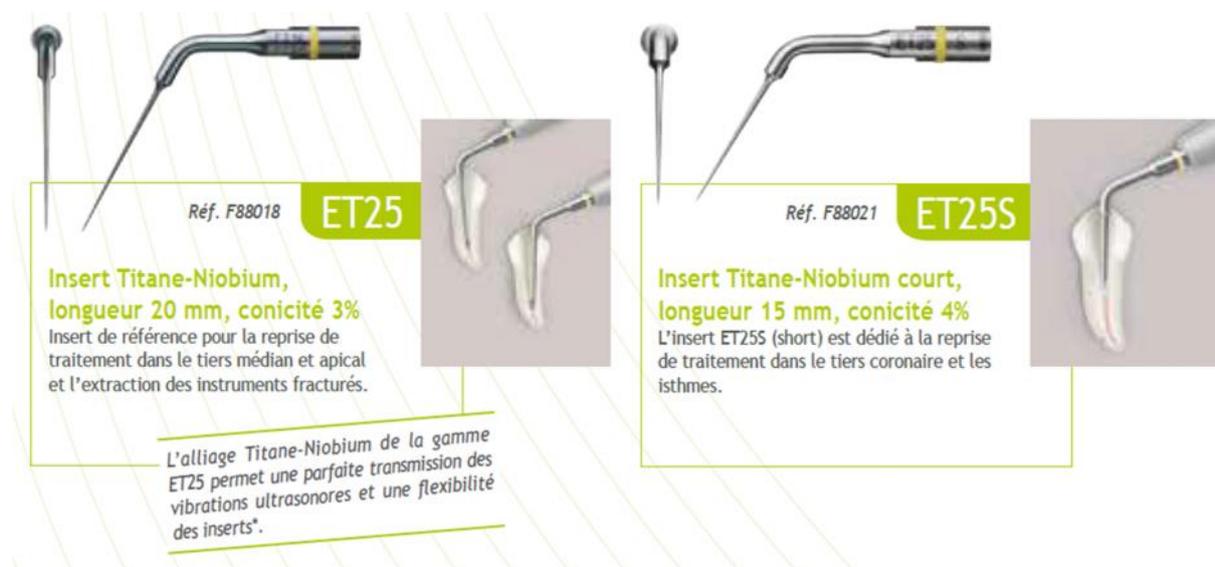


Fig 46 : Inserts ET25 en titane-Niobum

Fig 47 : Inserts ET25s en titane-Niobum

### 3.4.1.4.2 Les inserts utilisés en abrasion :

Les inserts ET 20D de Satelec® leurs extrémités travaillantes sont diamantées et les inserts Endo 3 et Endo 4 de ProUltra® Maillefer® recouverts de nitrate de

## Chapitre 3 : L'utilisation des ultrasons en endodontie

---

zirconium. Ils sont de longueur variable comprise entre 17 et 24 mm et sont placés en contact et parallèlement au tenon (fig48).



Fig 48 : Inserts à revêtement abrasifs

### Indications :

Les inserts longs facilitent la fragmentation du ciment de scellement dans les zones les plus apicales et peuvent être utilisés pour la dépose de tenons fibrés. par contre les inserts courts sont utilisés pour dégager la partie supérieure de l'obstacle située du tiers coronaire jusqu'à la moitié du canal. Ils permettent également un élargissement des entrées canalaires.

### Applications :

Ces inserts doivent être utilisés sous aide optique, à puissance modérée et sous irrigation séquentielle. Ils doivent être positionnés le long du tenon avant leur mise en action (48).

### 3.4.2 Le retrait d'instruments fracturés dans les racines :

Les instruments fracturés peuvent empêcher le bon nettoyage, la mise en forme et l'étanchéité du système canalaire et ainsi compromettre le résultat du traitement. Après une bonne évaluation des indications et des risques, une tentative pour enlever les instruments cassés peut être faite (49).

Diverses techniques de retrait des fragments d'instruments sont utilisées depuis de nombreuses années, mais l'introduction du microscope opératoire en pratique clinique a ouvert la voie à une approche entièrement nouvelle, la possibilité de visualiser réellement l'instrument augmente considérablement l'efficacité de la procédure, qui de plus est grandement facilitée par le développement d'instruments conçus expressément à cette fin, ces techniques sont maintenant solidement documentées, et les études évaluant les possibilités de retirer les fragments d'instruments fracturés ont fait ressortir des résultats encourageants (50).

Une possibilité est d'utiliser la technique dite ultrasonique suggérée par Ruddle et évaluée par un certain nombre d'équipe. La technique comprend l'élimination de la

## Chapitre 3 : L'utilisation des ultrasons en endodontie

dentine radulaire autour du fragment pour pouvoir le détacher et le récupérer (fig49) (51).

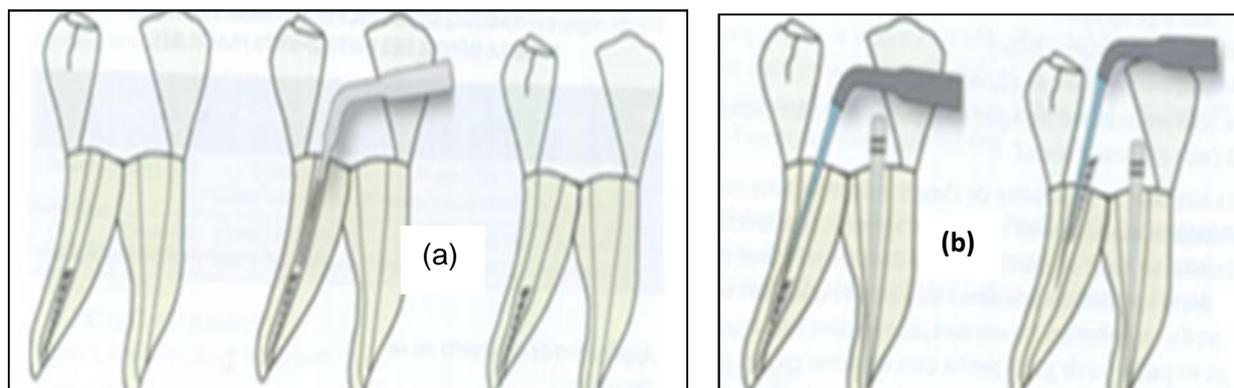


Fig 49 : retrait de l'instrument fracturé (a) élargissement de l'entrée du canal avec un insert ultrasonique diamanté .(b) Mobilisation de l'instrument avec un insert long et fin de martèlement, le canal mesial désobturé est protégé par un cône en papier .

La difficulté pour éliminer les instruments fracturés dépend de la situation anatomique tels que l'épaisseur des parois dentinaires, le diamètre, la longueur et la courbure du canal qui doivent être appréciés avant d'entreprendre ces manœuvres, en effet les manœuvres d'élimination d'instruments fracturés se font au dépend du tissu dentinaire.

Le succès de l'élimination non chirurgicale d'un instrument fracturé dans un canal radulaire dépend de plusieurs facteurs : la longueur et le diamètre de l'instrument, le site de la fracture, le frottement et l'impaction du fragment dans le canal.

Trois types d'instruments fracturés doivent être distingués : les cônes d'argent, les instruments d'obturation du type bourre pâte ou condenseur thermomécanique et les instrument de préparation canalaire.

Les instruments de préparation canalaire quant à eux, sont plus difficiles à éliminer parce qu'ils sont engainés dans le canal. Toutefois, en raison de leur profil et de l'anatomie canalaire, ils ne sont jamais liés aux parois canalaire dans les trois dimensions. Le dégagement de la portion engainée et la vibration de l'instrument permettent généralement leur élimination.

Les instruments en nickel-titane ont tendance à se fracturer à cause des vibrations ultrasonores. Ils sont alors dégagés en les faisant vibrer à faible puissance tout en prenant appui sur la paroi radulaire. Les limes de rotation continue en nickel-titane sont plus difficiles à éliminer que les instruments manuels, car elles sont généralement fracturées sur une petite longueur, plus apicalement, ou dans la courbe de canaux étroits.

De plus, en raison de leur mouvement de rotation, elles sont généralement vissées dans la racine et les parois du canal, créant une occlusion totale de la lumière canalaire (52).

Lorsqu'un instrument se fracture trois décisions thérapeutiques se présentent :

## Chapitre 3 : L'utilisation des ultrasons en endodontie

- tenter d'utiliser des aiguilles : il y a la possibilité de coincer ou de coller l'instrument fracturé dans une aiguille creuse; puis le tirer .Il est parfois difficile de trouver les dimensions adéquates des aiguilles creuses et des limes de Hedstrom permettant de caler le fragment.
- Tenter de retirer l'instrument à l'aide des inserts ultrasonores cela peut conduire à un élargissement du canal radiculaire et/ou à des erreurs de préparation telles que le transport canalaire (déviation de la trajectoire originale du canal) et la perforation.

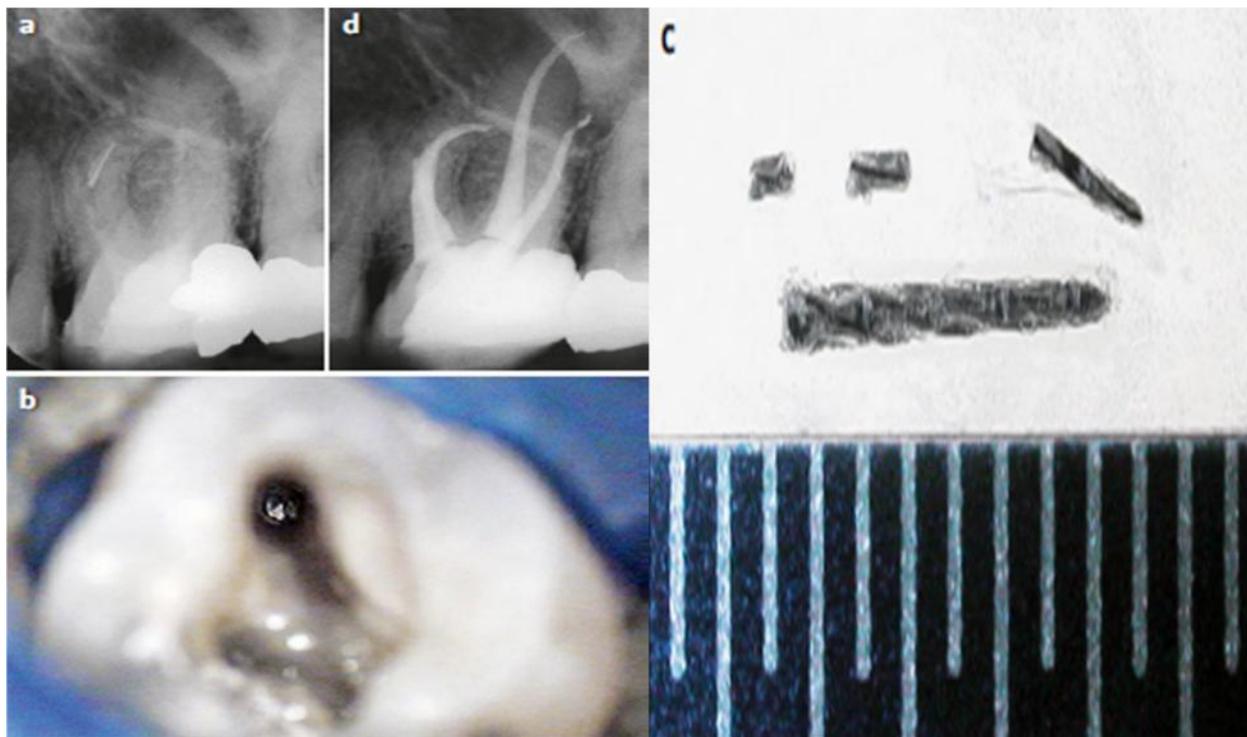


Fig 50 : Retrait de deux instruments fracturés d'un canal mésio vestibulaire modérément incurvés d'une molaire supérieure en appliquant des vibrations ultrasoniques

En appliquant des vibrations ultrasoniques, il a été possible de retirer deux instruments fracturés d'un canal mésio-vestibulaire modérément incurvé d'une molaire supérieure.

- La technique du by-pass (pontage) consiste à essayer de passer à côté du fragment instrumental fracturé, puis à préparer entièrement le canal. Cependant cela peut conduire à une perforation du canal ou à une « fausse route » compromettant les possibilités ultérieures de traitement endodontique.
- tenter de contourner l'instrument puis le noyer dans la pâte d'obturation, permettant ainsi de nettoyer la partie apicale de la racine, obturer au-dessus de l'instrument car il est impossible de le retirer et/ou le contourner.

**Tableau 7 : Tableau comparatif des inserts sonique et ultrasoniques utilisées dans le retraitement endodontique.**

Traitement initial	Soniques		Ultrasoniques		
	Insert lisses	Insert diamantés	Insert lisses	Insert diamantés	Insert mutilâmes
Dépose des tenon métalliques	+	-	+++	-	-
Nettoyage de la cavité d'accès	+++	-	+	-	-
Retrait des matériaux non adhésifs	+++	-	+	-	-
Dépose des fragements d'instrument fracturé	-	-	+++	-	-

### 3.4.2.1 Le retrait dans le tiers coronaire

- Si l'instrument est fracturé dans le tiers coronaire de la racine est immobile et qu'il n'existe aucune possibilité d'utiliser des pinces à mors fins, il faudra réaliser une cuvette de 2 mm autour de l'élément fracturé à l'aide d'un insert diamanté fin. Il sera alors possible de passer un insert ultrasonore fin et courts ET 20D (Satelec™) et Endo3 (ProUltra®, Maillefer) pour dégager la partie supérieure de l'obstacle et ainsi lui donner quelques mouvements de libertés, afin qu'il puisse être retiré. L'insert est utilisé à pleine puissance, avec une irrigation intermittente (fig51,52,53) (53).



Fig 51 : Inserts ET20 de retraitement



Fig 52 Inserts ET20D diamanté de retraitement



Fig 53 : Insert ET20 permettant le retrait d'instrument fracturé dans le tiers coronaire



Fig 54 :Élimination d'un fragment d'instrument bloqué dans la partie haute du canal à l'aide de l'insert ET 20.

### **3.4.2.2 Le retrait dans le tiers moyen**

Pour réaliser le retrait au niveau du tiers moyen radiculaire d'un instrument fracturé ou d'un cône d'argent visible grâce à des aides optiques, il faudra systématiquement faire un « contournement » et un « desserrage ». La justification de cette technique est basée sur une distinction entre ces deux phases de la procédure de retrait. Dans certains cas, chacune de ces phases nécessite une technique spécifique et un matériel distinct.



Fig 55:Insert ET25 long et fin principalement utilisé pour l'élimination d'instruments fracturés et de cônes d'argent au tiers moyen et apical du canal

### 3.4.2.2.1 Le contournement:

Il s'agit de réaliser un « by-pass » avec des limes manuelles précourbées de 0,08 mm à 0,15 mm de diamètre. Cette étape permettra de réaliser un passage le long de l'élément à retirer afin de pouvoir y placer un insert à ultrasons.

### 3.4.2.2.2 Le desserrage :

Lorsque le contournement est réalisé, l'insert peut être positionné le long du fragment pour lui donner des mouvements de liberté et ainsi réaliser son desserrage. Les systèmes à ultrasons sont des dispositifs efficaces pour desserrer et récupérer des cônes d'argent, des limes fracturés, des tenons radiculaires, des screw-posts et autres corps étrangers dans le canal radiculaire grâce au mouvement d'oscillation de l'insert.

La pointe de l'insert ayant un mouvement de déplacement latéral, le contournement doit nécessairement être réalisé au préalable afin que l'énergie ultrasonore soit transmise à l'élément à retirer. L'insert doit être utilisé à puissance maximale et une irrigation en intermittence sera nécessaire (fig56,57) .



Fig 56 : Inserts ET40 de retraitement

Fig 57 : Inserts ET40D de retraitement

Lorsque l'élément fracturé n'est pas visible, généralement à cause d'une légère courbure, un foret de Gates pourra être utilisé, permettant ainsi de créer une plateforme au-dessus de l'instrument et d'avoir un champ visuel dégagé pour pouvoir retirer l'instrument fracturé (54).

### 3.4.2.3 Le retrait dans le tiers apical :

Au niveau du tiers apical, la réussite du retrait de l'instrument fracturé dépend de la cause de la fracture et du diamètre du canal. Si l'instrument se fracture suite à une contrainte trop importante dans un canal courbe, une tentative de retrait ne sera pas envisagée, le rapport bénéfice/risque n'étant pas suffisant (fig58).

Dans la situation où l'instrument fracturé n'est pas visible par l'opérateur et qu'il s'est brisé suite à une contrainte, il sera probablement très largement ancré dans la dentine radiculaire. Toute tentative de retrait provoquerait alors une perforation.

## Chapitre 3 : L'utilisation des ultrasons en endodontie

Il est alors fortement conseillé de laisser l'instrument en place, de réaliser une irrigation et d'obturer la racine (55).



Fig 58 : Élimination d'un petit fragment d'instrument fracturé profondément dans le canal à l'aide de l'insert ET 25.

- Inserts longs Endo5 et ET40D utilisés pour dégager l'obstacle en partie apicale (fig59).

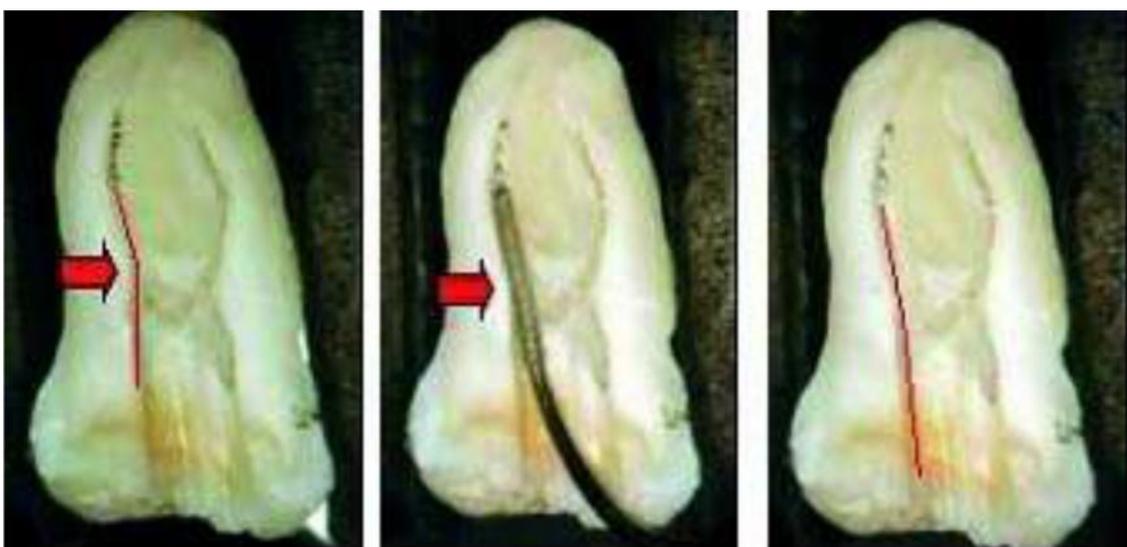


Fig 59: Dégagement de l'instrument fracturé par un insert cylindro-conique

Un inlay-core puis une couronne provisoire sera mise en place et une surveillance sera nécessaire durant six à douze mois. Si suite à ces six à douze mois, la dent ne présente aucune LIPOE, sa restauration définitive pourra être réalisée. En revanche si elle présente une lésion, un retrait chirurgical devra alors être envisagé.

Idéalement, la meilleure solution thérapeutique est l'élimination complète de l'instrument fracturé, sans compromettre la forme du canal radiculaire. Mais ce n'est pas toujours possible car toutes ces procédures sont difficiles et peuvent nécessiter beaucoup de temps. Avec la patience, le praticien expérimenté peut extraire la plupart des instruments fracturés quelque soit la technique exploitée.

## Chapitre 3 : L'utilisation des ultrasons en endodontie

**Tableau 8 : Tableau récapitulatif des inserts à utiliser en fonction du positionnement du fragment à retirer.**

Type d'insert	Action	Tiers coronaire	Tiers médian	Tiers apical
Abrasif	Dégagement de l'instrument fracturé	-ET20D (Satelec®) -Endo 3 (ProUltra Mailefer®) -RT2 (EMS®)	ET20D (Satelec®) -Endo 3 (ProUltra Mailefer®) -RT2 (EMS®)	Endo 5 (ProUltra Mailefer®) -RT2 (EMS®) -ET 40D (Satelec®)
Lisse	Elimination de l'instrument fracturé	ET 20 (Satelec®) -Endo 6 (ProUltra Mailefer®) -RT3 (EMS®)	ET 25S et ET 40 (Satelec®) -Endo 7 (ProUltra Mailefer®) -RT3 (EMS®)	-ET 25L (Satelec®) -Endo 8 (ProUltra Mailefer®) -RT3 (EMS®) -ET40 (Satelec®)

La longueur et le diamètre de l'insert sont déterminés pour atteindre et dégager l'obstacle ; l'application de ces inserts se fait sous aide optique avec une puissance faible et avec une irrigation en intermittence, l'insert est utilisé sous pression latérale légère en appui pariétal pour détourner l'instrument fracturé avec un minimum d'agression pour la structure dentinaire.

Ensuite un insert de martèlement de diamètre plus fin et cylindro-conique lisse est inséré le long de l'obstacle dans l'espace crée, puis on le fait vibrer. Dans le cas d'une dent pluri-radiculée, il est important de placer des pointes en papier et des cônes de gutta percha dans les autres canaux déjà préparés pour éviter toute contamination par l'élimination de l'instrument qui peut être brutale et non contrôlée. La procédure est la même quelle que soit la position de l'instrument fracturé. Cependant plus la fracture est apicale plus les risques de perforation liée aux tentatives d'élimination sont accentués.

### **Avantages :**

- Dégagement du champ opératoire et une meilleure visibilité.
- l'accès intra canalaire est facilité grâce aux inserts longs et fins récemment mis au point .

### **Inconvénients :**

- Risque d'élévation thermique liée à l'utilisation sans irrigation.
- Risque de fracture ou d'érosion du matériau à éliminer en cas de contact direct de l'insert s'il s'agit d'instrument en nickel titane ou de cône d'argent.
- Risque de propulsion de l'objet en direction apicale en cas de pression exagérée sur l'obstacle à éliminer.
- Risque de perforation liée aux tentatives d'élimination en cas de fracture apicale de l'objet (56).

### **3.4.3 Pronostic :**

Après une fracture instrumentale endodontique, le pronostic à long terme de la dent impliquée dépend du degré d'infection et du temps opératoire (précoce ou tardif) où la fracture instrumentale s'est produite (Simon et coll. 2008; Ungerechts et coll. 2014). Plus la fracture s'est produite à un stade tardif de l'intervention chirurgicale endodontique, plus la probabilité est grande que le canal soit déjà bien préparé par le traitement chimio-mécanique et comporte donc moins de micro-organismes et/ou de tissus nécrosés résiduels (57).

## BIBLIOGRAPHIE

- 1 [http://www..indiandentalacademy.com/index.php?disp\\_type=ref&disp,2012](http://www.indiandentalacademy.com/index.php?disp_type=ref&disp,2012)).
- 2 Bertrand K, Jean charles M, insert a ultrason en endodontie conventionnelle. L'information dentaire N10, 2017.
- 3 Mohamed bendaoued vibrations et ondes. p 5 ; 6.
- 4 Apostoliouk alexandre vibrations dans les appareils et machine p 26 ;27 ;28 ;29.
- 5 encyclopédie larousse en ligne-ultrason. Site :[http.larousse.fr/encyclopedie /divers/ultrason/100/157](http://larousse.fr/encyclopedie /divers/ultrason/100/157).
- 6 Gagnet G ultrasons et vibrations les ultrasons en odontologie .applications therapeutiques.
- 7 Gagnet G, Poblette M C, Du bon usage des ultrasons : la maitrise des vibrations. Rev. Odonto. Stomatol., 2004 : 33, 85-95.
- 8 Kocher T, Plagmann H C, Heat propagation in dentin during instrumentation with different sonic scaler tips. Quintessence Inter., 1996: 27, 259-264.
- 9 Baldissara P, Catapono S, Scotti R, Clinical and histological evaluation of thermal injury thresholds in human teeth :a preliminary study.J Oral Rehabil.1997: 24,791-801.
- 10 Arbeille P et Herault S, Généralités sur les mécanismes physiques des effets biologiques des ultrasons. JEMU, J. Echogr . Med. Ultrasson. 1997 : 18 (5), 306.
- 11 Van Der Weijden F., Effets d'un détartreur sonore.In : le monde fascinant des ultrasons. Paris : Quintessence international, 2007, 84p.
- 12 Walmsley A D, Laird W R E, Williams A R, Dental plaque removal by cavitation activity during ultrasonic scaling. J. Clin. Periodontol.1988 :15, 539-543.
- 13 Timmermann M F, Menso L, Steinfort J, van Winkelhoff A J, van der Weijden G A, Atmosphérique contamination during ultrasonic scaling. J. Clin. Periodontol., 2004 : 31 : 458-462.
- 14 Trenter S C, Walmsley A D, Ultrasonic dental scaler : associated hazards. J. Clin. Periodontol., 2003 : 30, 95-101.
- 15 Gianluca P, Cornelis H, Pameijer P, Grande N M, Somma F, Ultrasonics in Endodontics: A Review of the Literature. J. Endod., 2007 : 33, 81-95.
- 16 Ward J R, Parashos P, Harold H, Messer B, Evaluation of an Ultrasonic Technique to Remove Fractured Rotary Nickel-Titanium Endodontic Instruments from Root Canals: Clinical Cases. J. Endod., 2003: 29, 764-67.
- 17 H cleaning and shaping the root canal .dent clin north Am 1974;18:269-296.
- 18 Gulabivala K –Patel B;Evans G yuan –Ling NG : effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces .endodont topics 2005;10;103;122.
- 19 Bystrom A ;Sundqvist G . bacteriologie evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontix therapy.Scand J dent res 1981;89:321-328.

- 20 Bailey G C, NgY L, Cunnington S A, Barber P, Gulabivala K, Setchell D J, Root canal obturation by ultrasonic condensation of gutta-percha. Part II: an in vitro investigation of the quality of obturation. *Int. Endod. J.*, 2004b : 37, 694–698.
- 21 Encyclopédie Larousse en ligne-pacemaker (internet) :<http://larousse.fr/encyclopedie/divers/pacemaker/200/266>.
- 22 GAgnot et al, 2008 les ultrasons en odontologie page 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90.
- 23 Gilles Gagnot, les ultrasons en odontologie : application thérapeutique, Paris : édition Cdp. Pages 58, 59.
- 24 Pierre Machtou , Dominique Martin :Insert à ultrason en endodontie conventionnelle, *L'information dentaire* N 10 .2007 .
- 25 Club scientifique dentaire « CSD », Livre électronique de médecine dentaire .[WWW.CSD-Annaba /150m.COM](http://WWW.CSD-Annaba /150m.COM).
- 26 Gilles Gagnot, les ultrasons en odontologie : application thérapeutique, Paris : édition Cdp. Pages 60, 61, 62,63.
- 27 Gilles Gagnot, les ultrasons en odontologie : application thérapeutique, Paris : édition Cdp. Pages 64.
- 28 Van Der Weijden F, Les effets d'un détartreur sonore : le monde fascinant des ultrasons. Paris, Quintessence international 2007, p 84.
- 29 *L'information dentaire : instruments soniques et ultrasoniques : presse édition multimédia* : 2017.
- 30 Van Der Weijden F, Les effets d'un détartreur sonore : le monde fascinant des ultrasons. Paris, Quintessence international 2007.
- 31 Stephan Simon : *L'irrigation en endodontie, l'essentiel à connaître à tout prix ; l'endo autrement*. 2011.
- 32 Leighton TG, *the acoustic bubble* .London : académie press,1994. Pages 613.
- 33 Hdrien Broudin : *Modalités de l'irrigation en endodontie*, Rennes. 1983.
- 34 <http://helseultrasonic.com/procedure/cleaning-isthmus-areas/>
- 35 Cantatore G. Obturation canalaire et préservation radiculaire, *réalités cliniques* 2004, p24, 25.
- 36 Van Der Weijden F., *Effets d'un détartreur sonore*.In : le monde fascinant des ultrasons. Paris : Quintessence international, 2007
- 37 Martine Guigand, Jean-Christophe Maurin, Jacques-Henri Tubiana, *Ultrasons et endodontie*, In Editions Cdp, *Les ultrasons en odontologie Applications thérapeutiques*, Gilles Gagnot, p65, 66, 67.
- 38 Étienne Médioni, Catherine Ricci, Nathalie Brulat-Bouchard, *Le retraitement endodontique et l'instrumentation Niti rotative Formation quiz* .*L'information dentaire* n° 29 - 7 septembre 2016, 23.

- 39 (Ludovic Pommet, Frédéric Bukiet, Guillaume Coudert, Le retraitement orthograde, une première solution satisfaisante, l'information dentaire n° 22 - 2 juin 2010, 2).
- 40 Martine Guigand, Jean-Christophe Maurin, Jacques-Henri Tubiana, Ultrasons et endodontie, In Editions Cdp, Les ultrasons en odontologie Applications thérapeutiques, Gilles Gagnot, p67.
- 41 F, Lasfargues J.J Retraitement endodontique des dents permanentes et matures. Recommandations et références de l'ANDEM. Réalités Cliniques 1996; 7(3):385. 406).
- 42 Martine Guigand, Jean-Christophe Maurin, Jacques-Henri Tubiana, Ultrasons et endodontie, In Editions Cdp, Les ultrasons en odontologie Applications thérapeutiques, Gilles Gagnot, p67,68.
- 43 Besnault C, Pradelle N, Delzangles B. Le retraitement endodontique. Information Dentaire 1999; 29 – 30 : 2095 – 2102
- 44 Ferrari J.L, Bachlard B, Lasfargues J.J. Dépose des matériaux et des ancrages corono-radiculaires. Réalités cliniques 1996 ; 7 (3) 46.Machtou P. Le retraitement non chirurgical. « In guide clinique ; Endodontie », Ed Cdp, Parie 1993 : 46.
- 45 Ferrari J.L, Bachlard B, Lasfargues J.J. Dépose des matériaux et des ancrages corono-radiculaires. Réalités cliniques 1996 ; 7 (3) 291 - 304.
- 46 Mandel E. Nettoyage et mise en forme lors du retraitement endodontique : une approche codifiée. Revue d'Odonto-stomatologie 1988, 17 (6) : 475 – 488.
- 47 Martine Guigand, Jean-Christophe Maurin, Jacques-Henri Tubiana, Ultrasons et endodontie, In Editions Cdp, Les ultrasons en odontologie Applications thérapeutiques, Gilles Gagnot, p69,70.
- 48 Martine Guigand, Jean-Christophe Maurin, Jacques-Henri Tubiana, Ultrasons et endodontie, In Editions Cdp, Les ultrasons en odontologie Applications thérapeutiques, Gilles Gagnot.
- 49 Kalin K. Shiyakov, Radosveta I. Vasileva,2014 , effectiveness in the curve of eight types of endosonic tips for broken instruments removal, Journal of IMAB - Annual Proceeding (Scientific Papers) 2014, vol. 20, issue 5 ,595.
- 50 (DT Study Club, vol 2, numéro 2 juin 2015 retrait d'instruments fracturés : nouvelle approche. By Dr.Dominique Martin & Dr.Pierre Machtou).
- 51 Kalin K. Shiyakov, Radosveta I. Vasileva,2014 , effectiveness in the curve of eight types of endosonic tips for broken instruments removal, Journal of IMAB - Annual Proceeding (Scientific Papers) 2014, vol. 20, issue 5 ,595.
- 52 Martine Guigand, Jean-Christophe Maurin, Jacques-Henri Tubiana, Ultrasons et endodontie, In Editions Cdp, Les ultrasons en odontologie Applications thérapeutiques, Gilles Gagnot, p71,72.
- 53 Gianluca P, Cornelis H, Pameijer P, Grande N M, Somma F, Ultrasonics in Endodontics: A Review of the Literature. J. Endod., 2007 : 33, 81-95.
- 54 Hulsmann M, Removal of fractured instruments using a combined automated ultrasonic technique. J. Endod., 1994 : 20, 3, 65-70.

- 55** Ward J R, Parashos P, Harold H, Messer B, Evaluation of an Ultrasonic Technique to Remove Fractured Rotary Nickel-Titanium Endodontic Instruments from Root Canals: Clinical Cases. *J. Endod.*, 2003 : 29, 764-67.
- 56** Martine Guigand, Jean-Christophe Maurin, Jacques-Henri Tubiana, Ultrasons et endodontie, In Editions Cdp, Les ultrasons en odontologie Applications thérapeutiques, Gilles Gagnot, p73.
- 57** Beat suter, présentation succincte des fractures d'instruments endodontiques, pratique quotidienne et formation continue, *Swiss dental journal* vol127. 3.2017 P240.
- 58** Richman R. The use of ultrasonics in root canal therapy and root resection. *Med Dent J.* 1957. p. 12–8.
- 59** Kim S, Kratchman S. Modern endodontic surgery concepts and practice: a review. *J Endod.* 2006 Jul;32(7):601–23.
- 60** (De Paolis et coll., 2010).
- 61** 21. Hülsmann M, Peters OA, Dummer PMH. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endod Top.* 2005 Mar 1;10(1):30–76.
- 62** De Paolis G, Vincenti V, Prencipe M, Milana V, Plotino G. Ultrasonics in endodontic surgery: a review of the literature. *Ann Stomatol (Roma).* 2010 Dec 8;1(2):6–10.
- 63** Tanzilli JP, Raphael D, Moodnik RM. A comparison of the marginal adaptation of retrograde techniques: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1980 Jul;50(1):74–80.
- 64** Mattison GD, Anthony von Fraunhofer J, Delivanis PD, Anderson AN. Microleakage of retrograde amalgams. *J Endod.* 1985 Aug 1;11(8):340–5.
- 65** Carr GB. Ultrasonic root end preparation. *Dent Clin North Am.* 1997 Jul;41(3):541–54.
- 66** Pierre Pizem. Thérapie endodontique sur une molaire présentant un canal en C .24 oct 2011
- 67** Bertrand Khayat, La chirurgie endodontique .
- 68** Maud Guivarc'h, Thomas Soler : mise en forme canalaire et irrigation L'information dentaire N 32 .2015 .
- 69** Alasam T, Scanning electron microscope study comparing the efficacy of endodontic irrigating system. *Int endo* 1987 .p287-294 .

### **Chapitre 4:L'utilisation des ultrasons en chirurgie endodontique:**

Les échecs et les impossibilités de l'endodontie ont favorisé le développement de la chirurgie endodontique, dont la vocation est aussi d'assurer l'étanchéité de l'endodonte par voie rétrograde.

La chirurgie endodontique a connu de considérables bouleversements ces 20 dernières années et a évolué en microchirurgie endodontique grâce à l'avènement du microscope opératoire et des inserts à ultrasons à usage endodontique. Ces nouveaux instruments ont permis de modifier les habitudes de travail de façon à acquérir une approche plus conservatrice lors de l'acte chirurgical. Ils ont aussi permis d'arriver à un degré de précision supérieur aux techniques traditionnelles et donc une amélioration notable des taux de succès.

#### **4.1 Historique :**

L'intégration de l'instrumentation ultrasonique dans la phase de préparation canalaire en chirurgie endodontique a été envisagée et rapportée pour la première fois au milieu du siècle dernier (1957) par Richman aux Etats-Unis(58).

Cependant, il faudra attendre les années 90 pour voir apparaître de véritables instruments ultrasonores dédiés à l'endodontie, grâce à l'avènement du microscope opératoire (59).

Cette nouvelle technique d'instrumentation canalaire rétrograde est devenue rapidement populaire et a été établie comme un complément indispensable à la chirurgie périradiculaire. Cependant, les propriétés de coupe des inserts à cette époque étaient limitées et semblaient dépendre de la pression exercée, du réglage de la puissance et de l'orientation de l'insert par rapport à l'axe longitudinal de la pièce à main. Pour certains inserts, le refroidissement de l'extrémité travaillante était insuffisant pour la dentine et l'os, pouvant alors subir une augmentation de température trop importante entraînant des nécroses.

La première préparation a été faite à l'aide d'inserts ultrasoniques suite à une apicectomie est attribué au Docteur Bertrand .(60)

Le bouleversement dû à l'arrivée de la rotation continue a également permis un développement de la technologie ultrasonique dans ce domaine. Les inserts à Ultrasons sont devenus des outils efficaces qui peuvent faciliter considérablement le traitement endodontique et permet de le réaliser dans de meilleures conditions.

Une utilisation adéquate de cette instrumentation, notamment pour une activation de l'irrigant, favorisent une meilleure préparation chimio mécanique et une élimination optimale de la boue dentinaire (smear layer). (61)(62)



Fig 68 : Inserts Endosuccess Apical Surgery® (Acteon Mérignac France)

### **4.2 Inserts à ultrasons en chirurgie endodontique :**

Au cours de ces dernières années, la chirurgie endodontique a évolué pour se transformer en microchirurgie endodontique avec un taux de succès qui n'a cessé d'augmenter ; les innovations techniques dans la mise au point d'instrument chirurgicaux ultrasonores ont modifié les techniques traditionnellement employées.

L'apport du microscope opératoire couplé à l'utilisation d'une instrumentation ultrasonore a modifié l'approche de la chirurgie endodontique . La morphologie des inserts ne nécessite plus la réalisation de large biseaux inclinée à 45 ; La résection apical est limitée à une hauteur de 2 à 3 mm de façon à supprimer la portion radiculaire comportant le plus des canaux accessoires et à permettre la réalisation d'une obturation à rétro étanche.

Le débridement canalaire s'effectue avec les instruments ultrasonore sur une hauteur d'au moins 3mm par la réalisation d'une cavité de classe 1 dont les parois parallèles sont situées dans l'axe du canal radiculaire. les isthmes sont également préparé sur une profondeur de 3mm, la cavité est ensuite obturée à l'aide de ciment super EBA, d'eugénate à prise rapide ou de MTA (mineral trioxide aggregate). (60)

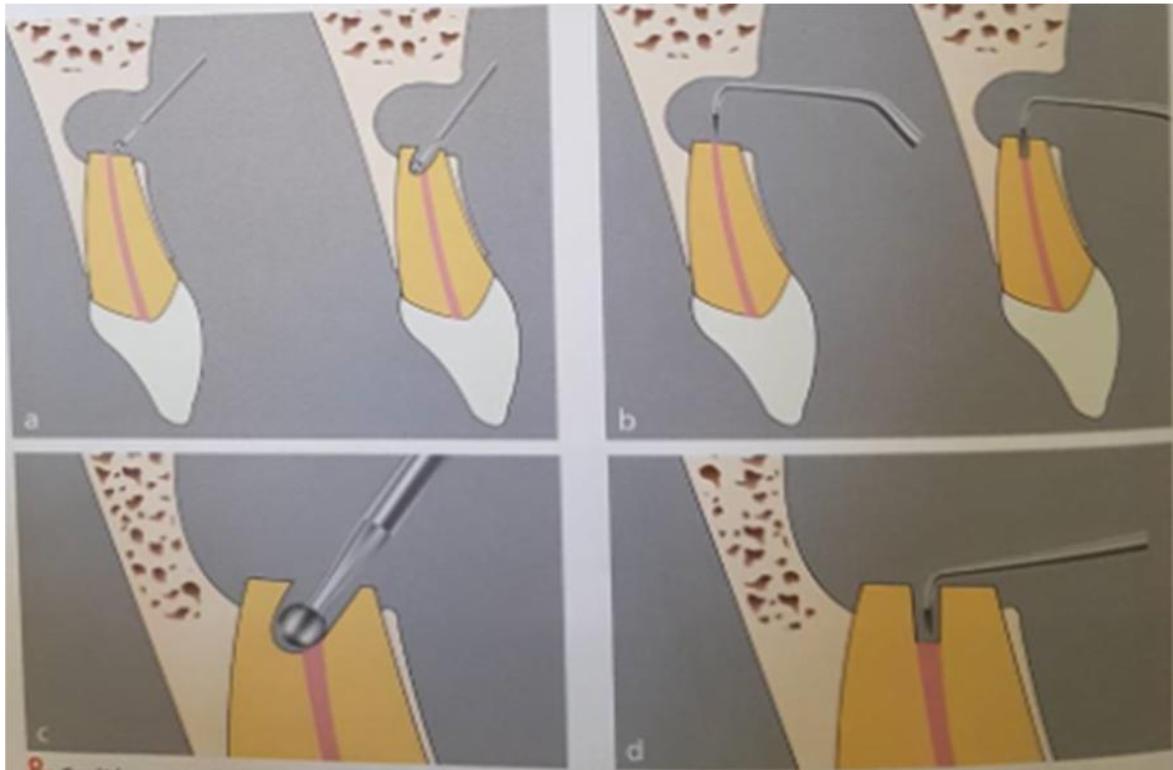


Fig 69 : a- préparation a rétro réalisé à la fraise boule l'axe du canal n'est pas respecté et il ya un risque de perforation palatine.  
b-préparation peu mutilante et dans l'axe du canal race a l »utilisation d'un insert ultrason.  
c-vue grossie de l'axe oblique de la fraise boules.  
d-vue grossie de l'insert a ultrason dans l'axe du canal.

### **4.3 Recommandations d'usage des ultrasons en chirurgie endodontique:**

Il est recommandé de régler le générateur d'ultrasons à une puissance moyenne et de préparer les cavités jusqu'à une longueur de 2,5 à 3 mm (62,63). Cette profondeur est nécessaire pour permettre une obturation d'épaisseur suffisante et donc un scellement satisfaisant (64). Cependant ces recommandations sont anciennes ou s'appuient sur des publications datées (1980 – 1985).

Des inserts à ultrasons dédiés aux retraitements endodontiques par voie rétrograde sont capables de préparer le canal radiculaire jusqu'à 9 ou 10 mm (AS3D, AS6D, AS9D Satelec Acteon) sont commercialisés depuis 2009. Les parois de la cavité doivent être parallèles et suivre l'anatomie de l'espace pulpaire (65).

Il a aussi été suggéré que les cavités rétrogrades doivent être amorcées à l'aide d'inserts diamantés afin de profiter de leur effet de coupe. Ceci permet de faciliter le retrait du matériau d'obturation et doit être suivi d'un insert lisse pour polir et nettoyer les parois de la cavité.

### **4.4 Avantage de l'utilisation d'une instrumentation ultrasonore lors de la préparation apicale :(60)**

- l'utilisation d'inserts ultrasonore lors de la réalisation de la cavité a rétro permet au praticien de mieux accéder au zones apicales ,d'effectuer un meilleur

## Chapitre 4 : L'utilisation des ultrasons en chirurgie endodontique

débridement et de préparer les isthmes.

- le faible encombrement et l'angulation des inserts ultrasonore consacré a la microchirurgie endodontique, permettent leur utilisation dans un minimum d'espace, réduisant ainsi la taille de l'ostéotomie d'accès à la zone apicale.
- l'angulation des inserts permet la réalisation d'une cavité dans l'axe du canal après une apicéctomie orienté à 90°de façon a préservé la structure radicaire.
- la préparation de la cavité a rétro dans l'axe du canal est facilité dans la zone difficile d'accès (canal mésio-palatin des molaires maxillaire canal mésio-lingual des molaires mandibulaires canal palatin des prémolaires maxillaires canaux latéraux situé dans les zones inter proximale .
- le débridement canalaire réalisé avec des ultrasons réduit la production de boue dentinaire dans la cavité a rétro.
- la préparation des isthmes entre deux canaux d'une même racine peut être effectuer en respectant l'anatomie apicale .

### **4.5 Caractéristiques des inserts à ultrasons en chirurgie Endodontique:**

En chirurgie endodontique il est recommandé d'utiliser des micro-insert qui présentent différents angulations avec une partie travaillante de longueur suffisante pour accéder aux zones difficiles ,Il existe deux variétés de micro-insert :lisse et abrasifs l'utilisation des micro-inserts lisses dont l'action de martèlement nécessite l'utilisation de forte puissance risque de provoquer de micro-fractures apical elle doit être abandonnée.

La partie terminal de micro-insert diamanté est recouverte de poudre de diamant de nitrate de zirconium ce revêtement abrasifs augmente l'efficacité de la coupe ;facilite la pénétration et permet de réduire l'utilisation des forte puissance ; ce qui est par conséquent limite le risque de micro-fracture dentinaire. ;tous les inserts possèdent un orifice d'irrigation placé à proximité de la partie travaillante pour permettre une irrigation abondante lors du débridement canalaire et améliorer leur efficacité.



Fig 70 : Insert ultrasonique pour traitements canaux rétrogrades

## Chapitre 4 : L'utilisation des ultrasons en chirurgie endodontique

### **4.5.1 Application communes :**

Les inserts de préparation à rétro sont appliquées dans un espace réduit. Ainsi pour ne pas léser les tissus environnant ils doivent être placé avant la mise en vibration et avant leur activation perpendiculairement au grand axe de la racine. La pointe travaillante doit pénétrer dans l'ancienne obturation sans résistance avec une légère pression dans un seul mouvement vertical de va et vient sur une hauteur de 3 mm sans appui (fig72), pariétal de façon à ne pas fragiliser la racine.

L'insert est désactivé avant sa sortie du canal pour éviter toute lésion de surface du biseau radiculaire. Si la racine traitée possède plusieurs canaux, la recherche systématique des isthmes contenant des résidus de tissu pulpaire doit être entreprise ,les isthmes doivent être préparés de la même façon que les canaux principaux et incorporés dans la préparation à rétro.

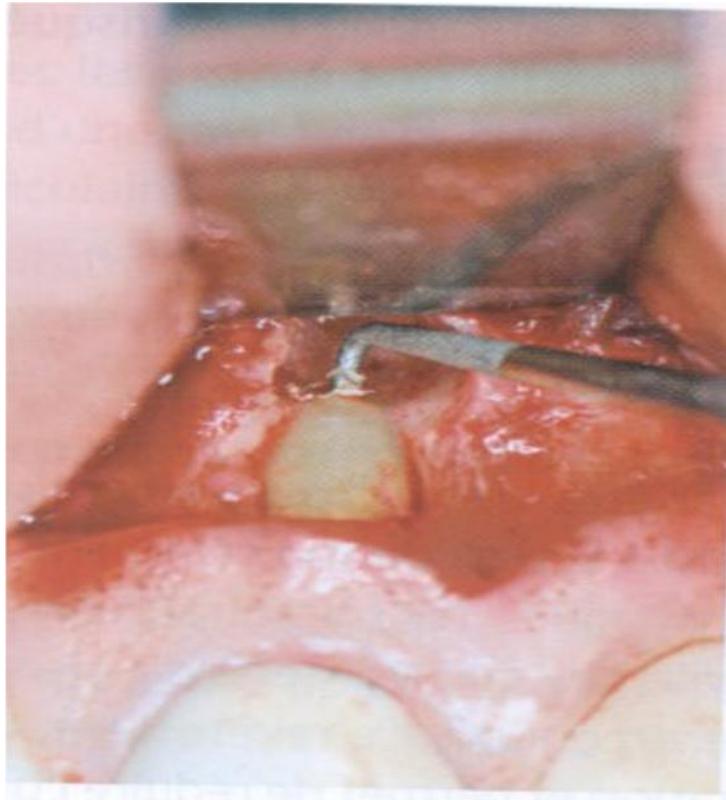


Fig 71 : Réalisation d'une cavité à rétro sur une incisive maxillaire droite à l'aide de l'insert SURG1

### **4.6 Différents formes d'inserts utilisés dans la chirurgie endodontique :**

#### **4.6.1 Les inserts droits :**

Ce sont des micro inserts dont la hampe est dans l'axe de la pièce à main le corps peut être de différentes longueur et présente des angles plus ou moins ouverts ; la partie travaillante abrasive possède un angle compris entre 70° et 90°.

## Chapitre 4 : L'utilisation des ultrasons en chirurgie endodontique

Le diamètre de l'extrémité travaillante est variable selon la largeur des canaux à traité [ par exemple insert SURG 1 et SUR 2 (dentsply ;maillifer)]p14D s12-70D S12-90ND (satelec). L'insert S12-70D présente un angle de 70° dans sa partie travaillante tandis que l'insert S12-90ND en présente un de 90°  
Les inserts SURG1 et SURG2 sont plus longs et possèdent un angle plus ouvert dans la partie cervicale.

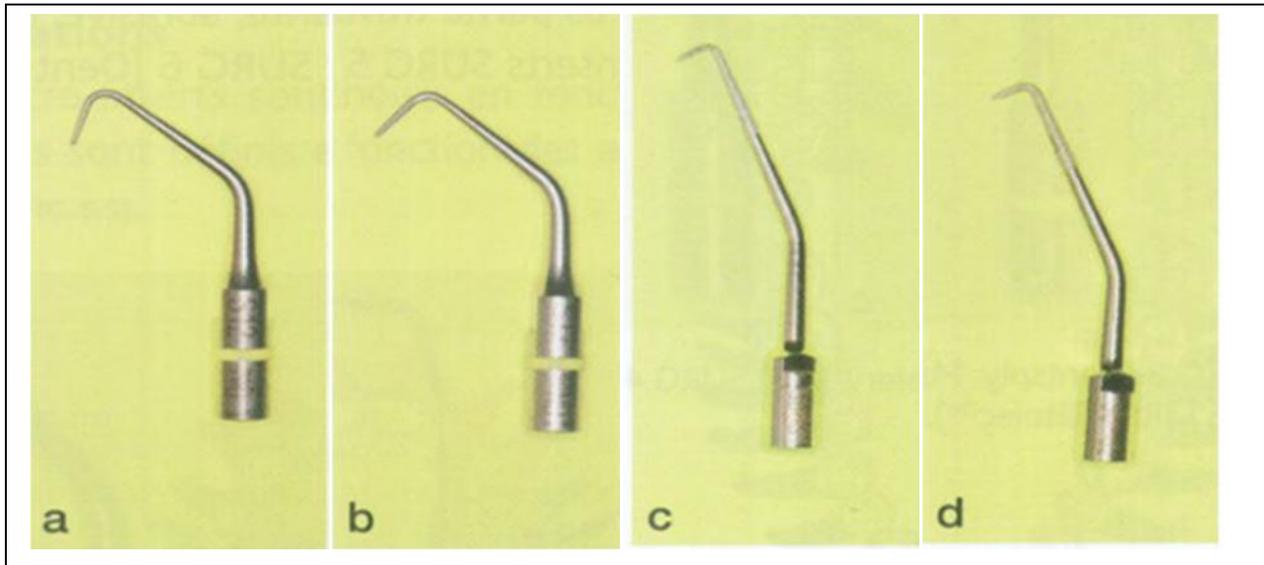


Fig 72 : insert sert à la préparation de lacavité a rétro des dents antérieures (satelec)(a)S12-70D (Dentsplymaillifer)(c) SURG1 (satelec)(b)S12-90ND (dentsplymaillifer)(d) SURG2

La longueur de l'insert et l'ouverture de son angle cervical conditionnent la position de la pièce à main en dehors de la cavité buccale ainsi une meilleure accessibilité radiculaire et un meilleur dégagement visuel du champs opératoire seront obtenu avec un insert long et un angle ouvert dans sa partie cervical.

### Indication :

Les inserts droit sont destinés à la préparation des canaux des dents antérieures ceux qui possèdent un angle travaillant ferme (S12-70D) seront préférentiellement choisis lorsque la racine est fortement orientée en direction palatine ou lingual.

### 4.6.2 Insert orienté :

Ce sont des micro-inserts dont la hampe est orienté soit vers la gauche (l) soit vers la droite ® [FIG 73 ; et FIG 74] le corps peut être de différents longueur et présenter des angles compris entre 75° et 110° (par exemple insert SURG 5 et SURG6 (dentsplymaillifer ] p15D et S15 LD (satelesc).

## Chapitre 4 : L'utilisation des ultrasons en chirurgie endodontique

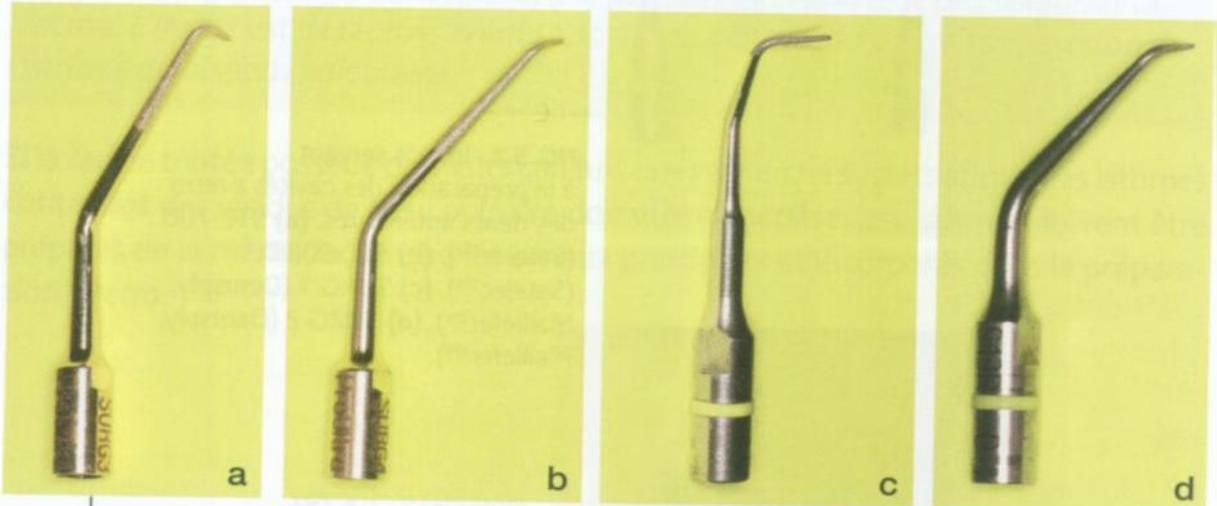


Fig 73: insert orienté a droite (a) - SURG 3( dentsplymailefer) (b) - SUEG4 (dentsplymailefer) (c) - p15RD (satelec) (d) :S13RD (satelec)

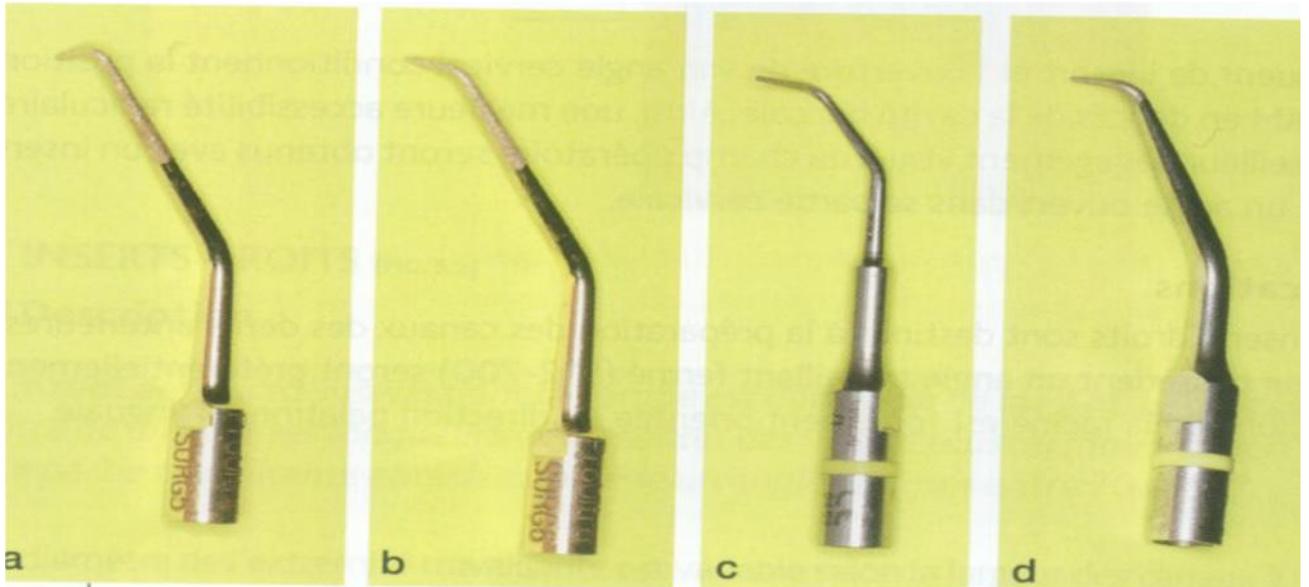


Fig 74 : insertorienté à gauche (a) - SURG5 (dentsplymailefer) (b) - SURG6 (dentsplymailefer) (c) - P15LD (satelec) (d) :P13LD (satelec)

### Indication:

Ces inserts sont destinés à la préparation à retro des dents postérieures ;ceux qui possèdent des angulations plus marquées donnent plus de facilité au praticien pour la préparation des racines situé en position palatine ou lingual.

### Application :

Ces micro-inserts sont choisis en fonction de la situation du canal à obturer, les critères sont définis en fonction des angles de la hampe et de l'extrémité travaillante fig 74.

### 4.7 Intérêt des ultrasons dans la préparation chirurgical des isthmes et des canaux en C et au tour des tenons:

#### 4.7.1 Les isthmes et les canaux en c :

##### 4.7.1.1 Définition :

##### Les canaux en C :

L'isthme peut s'étendre non seulement en largeur et adopter une forme enrubannée mais aussi en profondeur jusqu'au tiers médian voir même jusuan l'apex. Après avoir ouvert la dent et en observant le fond de la chambre pulpaire ,cet isthme localisé sur le plancher pulpaire et vu de dessus évoqué la forme de lettre C, il en existe trois variations possibles ; les trois canaux se rejoignent et forment un C ; deux canaux se rejoignent et le troisieme reste indépendant , les trois canaux sont distincts mais à l'intérieur du C.(66)

##### 4.7.1.2 La préparation :

Les isthmes(29) et les canaux en **C** se situes dans une zones ou la racine est particulièrement fine et ou la préparation canalaire de l'isthmes ,doit rester étroites . Seuls les inserts ultrasonores permettent de négocier ces zones délicates.

Dans certains cas, il est nécessaire d'utiliser un insert plus fin non diamantée pour ne pas délabrer les parois radicaire ;les inserts étant légèrement conique, plus ils sont utilisé profondément plus le diamètre de préparation au niveau de la surface réséquée est important.la profondeur de la préparation est ajustée en fonction de la largeur de la racines ;Si l'épaisseur des parois visibles de part et d'autre de l'isthme ou du canal en c est trop faible ;il peut être nécessaire d'étendre légèrement la résection en direction coronaire afin de mettre en évidence des parois plus épiasse fig75. (67)

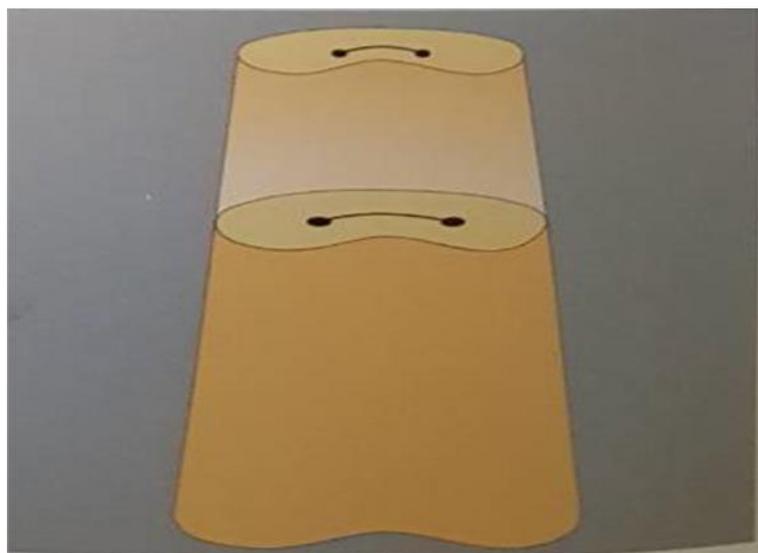


Fig75 :épaisseur de paroi radiculaires de part et d'autres de l'isthmes en fonction de la hauteur de la resection.

## Chapitre 4 : L'utilisation des ultrasons en chirurgie endodontique

Les isthmes sont préparés après les canaux principaux qui détermine l'orientation de l'insert. Cet axe est maintenu pendant la préparation. Dans le cas de ses préparations spécifiques il est prudent de ne pas préparer sur une hauteur de 3 mm.

### 4.7.2 La préparation autour d'un tenon :

Dans le cas d'une précédente chirurgie ou la racine aurait été réséquée jusqu'à l'extrémité du tenon ; il n'existe plus de portion de canal résiduelle pour effectuer la préparation et l'obturation grâce au insert ultrasonore il est cependant possible de réaliser une gorge tout autour du tenon qui sera obturée afin d'obtenir une étanchéité apicale Fig76. (67)



Fig76: (a)présentant une couronne adaptée à un tenon important et une lésion apicale. (b) l'insert de 9mm rencontre une résistance lors de la préparation canalairé.  
(c) l'axe de préparation visualiser a fort grossissement est trop vestibulaire.  
(d) l'insert est repositionné dans le bon axe et permet de préparer le canal jusqu' au tenon.  
(e) radio postopératoire montrant l'obturation totale de la partie résiduelle du canal jusqu' au tenon.

### 4.8 Les inconvénients de l'utilisation d'une instrumentation ultrasonore lors de la préparation apicale :

- Les risques inhérent à l'emploi d'insert ultrasonores nécessitent la prise de précaution particulière.
- La pointe active des inserts ultrasonores possède une grande puissance de coupe ce qui conditionne l'utilisation de ces inserts sous aide optique comme le microscope opératoire.
- Certaines études ont révélé la possibilité de provoquer des fêlures radiculaires ces micro fractures dentinaires ont été mise en évidence lors de la réalisation de la

## Chapitre 4 : L'utilisation des ultrasons en chirurgie endodontique

cavité apicale à l'aide d'insert ultrasonores a pointe lisse et sous forte puissance l'utilisation systématique d'inserts à pointe diamantée ou recouverte de nitrate de zirconium permet de s'affranchir à ce risque.

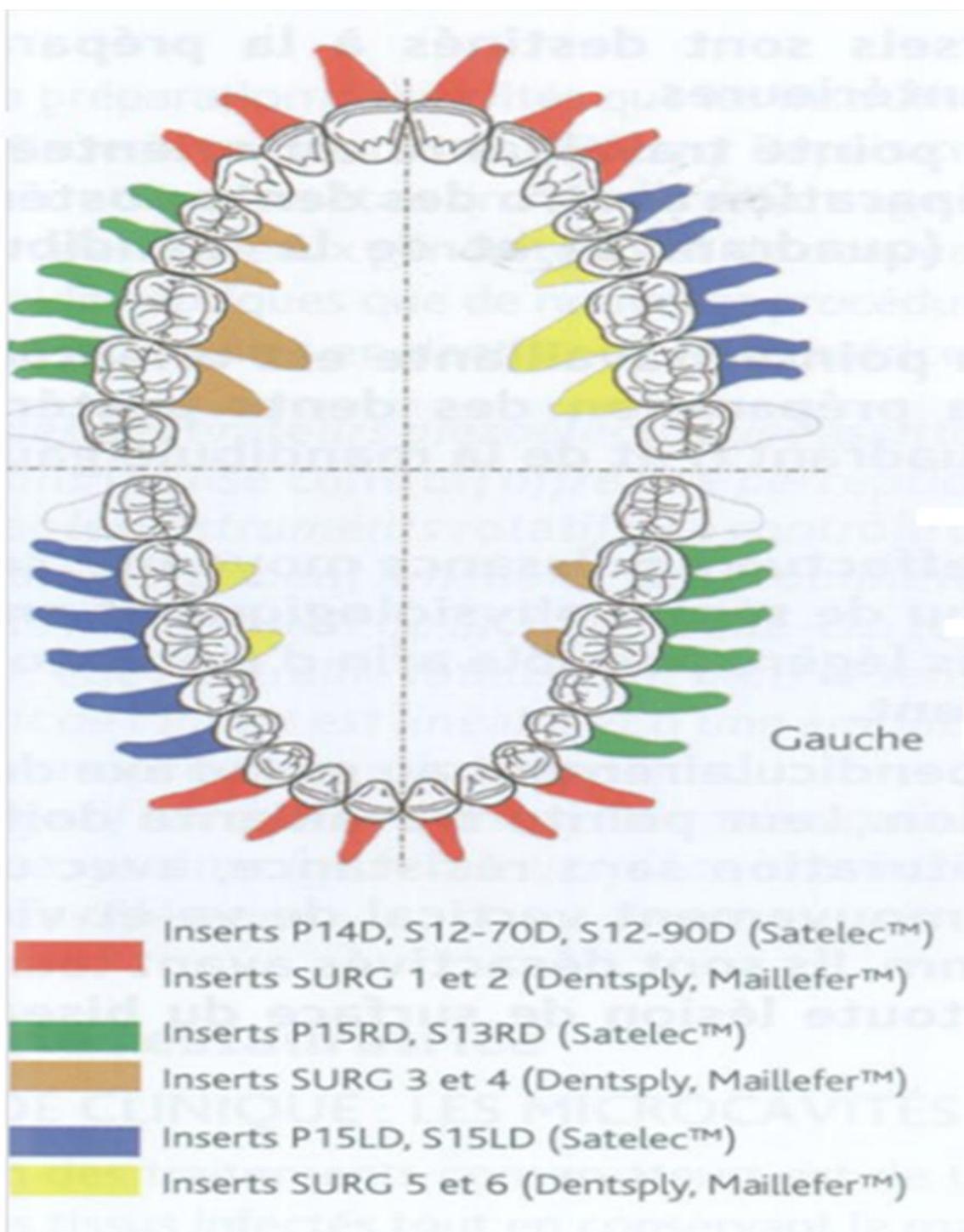


Fig 77:Schéma résumant les zones d'utilisation des différents inserts endodontiques chirurgicaux



**Thèse pour l'obtention du diplôme de docteur en médecine dentaire 2018 n**

**Odontologie conservatrice et endodontie**

**Les ultrasons en endodontie**

**Mots clés :**

**Ultrasons, orthograde, rétrograde.**

**L'objectif de notre travail, c'est de mettre en évidence l'intérêt de l'utilisation des ultrasons dans les différentes étapes du traitement endodontique par voie orthograde ou rétrograde.**

**Ultrasound in endodontic**

**Abstract :**

**Keywords :**

**Ultrasound , orthograde ,retrograde**

**The objective of our work is to highlight the interest of the use of ultrasound in the different stages of endodontic treatment by orthograde or retrograde way.**

**Email: [lesultrsons2018@gmail.com](mailto:lesultrsons2018@gmail.com)**

**Faculté de médecine –département de médecine dentaire – université saad dahleb route de soumaa bp 270 blida 090000 blida**

