



**HAL**  
open science

# Les technologies ultrasoniques et leurs applications en parodontie médicale

Johana Nataf

► **To cite this version:**

Johana Nataf. Les technologies ultrasoniques et leurs applications en parodontie médicale. Sciences du Vivant [q-bio]. 2018. dumas-01984713

**HAL Id: dumas-01984713**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01984713>**

Submitted on 17 Jan 2019

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0  
International License

## **AVERTISSEMENT**

Cette thèse d'exercice est le fruit d'un travail approuvé par le jury de soutenance et réalisé dans le but d'obtenir le diplôme d'État de docteur en chirurgie dentaire. Ce document est mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt toute poursuite pénale.

## UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2018

N° 065

THÈSE

POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le : 11 juillet 2018

Par

johana NATAF

### Les technologies ultrasoniques et leurs applications en parodontie médicale

Dirigée par M. le Docteur Matthias Rzeznik

JURY

Mme le Professeur Marie-Laure Colombier

Président

M. le Docteur Benjamin Salmon

Assesseur

M. le Docteur Nathan Moreau

Assesseur

M. le Docteur Matthias Rzeznik

Assesseur

M. le Docteur Adrian Brun

Invité





## Tableau des enseignants de la Faculté

DÉPARTEMENTS	DISCIPLINES	PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS	MAÎTRES DE CONFÉRENCES
1. DÉVELOPPEMENT, CROISSANCE ET PRÉVENTION	ODONTOLOGIE PÉDIATRIQUE	Mme DAVIT-BÉAL Mme VITAL	M. COURSON Mme DURSUN Mme JEGAT Mme SMAIL-FAUGERON Mme VANDERZWALM
	ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE		Mme BENAHMED M. DUNGLAS Mme KAMOUN-GOLDRAT Mme LE NORCY
	PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ ET ODONTOLOGIE LÉGALE	Mme FOLLIGUET	Mme GERMA M. PIRNAY M. TAVERNIER
2. CHIRURGIE ORALE, PARODONTOLOGIE, BIOLOGIE ORALE	PARODONTOLOGIE	Mme COLOMBIER Mme GOSSET	M. BIOSSE DUPLAN M. GUEZ
	CHIRURGIE ORALE	M. MAMAN Mme RADOI	Mme EJEIL M. GAULTIER M. HADIDA M. MOREAU M. NGUYEN
	BIOLOGIE ORALE	Mme CHAUSSAIN M. GOGLY Mme SÉGUIER Mme POLIARD M. ROCHEFORT (PU associé)	M. ARRETO Mme BARDET (MCF) Mme CHARDIN Mme CHERIFI (MCU associée) M. FERRE M. LE MAY
3. RÉHABILITATION ORALE	DENTISTERIE RESTAURATRICE ENDODONTIE	Mme BOUKPESSI Mme CHEMLA	Mme BERÈS (MCU associée) Mme BESNAULT M. BONTE Mme COLLIGNON (MCU associée) M. DECUP Mme GAUCHER
	PROTHÈSES	M. POSTAIRE	M. CHEYLAN M. DAAS M. DOT M. EID Mme FOUILLOUX-PATEY Mme GORIN M. RENAULT M. RIGNON-BRET M. TIRLET M. TRAMBA Mme WULFMAN
	FONCTION-DYSFONCTION, IMAGERIE, BIOMATÉRIAUX		M. ATTAL Mme BENBELAID Mme BENOÎT A LA GUILLAUME (MCF) M. BOUTER M. CHARRIER M. CHERRUAU M. FLEITER Mme FRON CHABOUIS Mme MANGIONE (MCU associée) M. SALMON Mme TILOTTA
	PROFESSEURS ÉMÉRITES	M. BÉRENHOLC Mme BRION M. LASFARGUES M. LAUTROU M. LEVY	M. PELLAT M. PIERRISNARD M. SAFFAR Mme WOLIKOW

Mise à jour le 18 décembre 2017



## Remerciements

---

**À Mme le Professeur Marie-Laure Colombier**

*Docteur en Chirurgie dentaire*

*Docteur de l'Université Paris Descartes*

*Habilitée à Diriger des Recherches*

*Professeur des Universités, Faculté de Chirurgie dentaire Paris Descartes*

*Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris*

Vous nous avez fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury. Qu'il vous soit témoigné notre profonde reconnaissance pour votre savoir et pour toutes les connaissances que vous nous avez enseignées durant ces six années d'études. Nous souhaitons que vous trouviez dans ce travail le fruit de la rigueur de votre instruction.



**À M. le Docteur Benjamin Salmon**

*Docteur en Chirurgie dentaire*

*Spécialiste qualifié en Chirurgie orale*

*Docteur de l'Université Paris Descartes*

*Habilité à Diriger des Recherches*

*Maître de Conférences des Universités, Faculté de Chirurgie dentaire Paris Descartes*

*Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris*

*Chef de service de l'hôpital Bretonneau*

Vous nous avez fait l'honneur d'être membre de ce jury et vous en sommes très reconnaissants. Nous vous exprimons notre profonde gratitude pour votre enseignement et la confiance que vous nous avez accordée durant nos années d'études à l'Hôpital Bretonneau. En espérant que vous trouverez dans ce travail le fruit de la rigueur de votre instruction.



**À M. le Docteur Nathan Moreau**

*Docteur en Chirurgie dentaire*

*Spécialiste qualifié en Chirurgie orale*

*Ancien Interne des Hôpitaux*

*Docteur de l'Université Pierre et Marie Curie*

*Maître de Conférences des Universités, Faculté de chirurgie dentaire Paris Descartes*

*Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris*

Nous vous remercions de l'honneur que vous nous faites en acceptant de siéger dans notre jury de thèse. Nous vous sommes grandement reconnaissants pour la qualité de votre enseignement et pour votre gaieté tout au long de ces années d'études. Veuillez trouver dans ce travail, l'expression de notre sincère considération.



**À M. le Docteur Matthias Rzeznik**

*Docteur en Chirurgie dentaire*

*Assistant Hospitalo-Universitaire, Faculté de Chirurgie dentaire Paris Descartes*

Vous nous avez fait le très grand honneur d'accepter la direction de cette thèse et nous vous en sommes très reconnaissants. Nous vous remercions pour votre écoute et votre disponibilité indéfectibles. Nous avons su apprécier la qualité de votre enseignement, qui fut pour nous très enrichissant, durant nos années d'études. Veuillez trouver dans ce travail le témoignage de notre profond respect et de notre reconnaissance pour votre implication.



**À M. le Docteur Adrian Brun**

*Docteur en Chirurgie dentaire*

*Assistant Hospitalo-Universitaire, Faculté de Chirurgie dentaire Paris Descartes*

Nous vous sommes très reconnaissants d'avoir accepté de juger notre travail. Vous remercions de l'intérêt que vous avez manifesté pour notre sujet. Veuillez trouver dans ce travail, l'expression de notre profond respect.



À mes chers parents et grands parents, qui ont toujours été là pour moi et m'ont soutenu pendant toutes ces années d'études.

À ma sœur Noémie que je tiens à remercier très spécialement pour sa présence, son soutien inconditionnel et ses encouragements.

À mes amis pour leur sincère amitié et confiance, à qui je dois ma reconnaissance et mon attachement.



# Table des matières

---

<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>2</b>
<b>1 : LES SYSTEMES ULTRASONIQUES ET VIBRATION</b> .....	<b>3</b>
1.1 DEFINITIONS .....	3
1.1.1 <i>Le son</i> .....	3
1.1.2 <i>Les ultrasons</i> .....	5
1.2 LES DIFFERENTS TYPES DE DETARTREURS .....	6
1.2.1 <i>Les détartreurs soniques</i> .....	6
1.2.2 <i>Les détartreurs ultrasoniques</i> .....	8
1.2.3 <i>L'instrumentation magnétostrictive</i> .....	12
1.3. LES EFFETS BIOLOGIQUES DES ULTRASONS ET BIOMECANIQUES DES VIBRATIONS.....	13
1.3.1 <i>Les effets biologiques des ultrasons</i> .....	13
1.3.2 <i>Les caractéristiques des vibrations et leurs effets biomécaniques</i> .....	21
<b>2 : EFFICACITE ET QUALITE DES INSERTS ULTRASONIQUES</b> .....	<b>26</b>
2.1 QUALITE DU SYSTEME ULTRASONIQUE .....	26
2.1.1 <i>Les différents types d'inserts</i> .....	26
2.1.2 <i>Maîtrise du système ultrasonique</i> .....	35
2.1.3 <i>Les effets secondaires liés au système ultrasonique</i> .....	38
<b>3. CAS CLINIQUE D'UNE THERAPEUTIQUE PARODONTALE NON CHIRURGICALE</b> .....	<b>42</b>
3.1 ÉDUCATION THERAPEUTIQUE ET EVALUATION DE LA CHARGE BACTERIENNE.....	44
3.2 LE TRAITEMENT NON CHIRURGICAL DES POCHEs.....	45
<b>CONCLUSION</b> .....	<b>50</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>51</b>
<b>TABLE DES FIGURES</b> .....	<b>54</b>
<b>TABLE DES TABLEAUX</b> .....	<b>56</b>
<b>ANNEXE</b> .....	<b>57</b>

# Introduction

---

Les maladies parodontales constituent un véritable problème de santé publique, avec la maladie carieuse, elles représentent une des affections principales de la cavité buccale.

Les maladies parodontales regroupent plusieurs formes cliniques (infectieuses ou non et inflammatoires) de maladies atteignant le parodonte.

Les deux grands types de maladies parodontales sont des pathologies inflammatoires multifactorielles d'origine bactérienne, liées soit à un excès de bactéries chez un hôte permissif, soit à la présence de bactéries spécifiques.

On distingue :

- La gingivite bactérienne, maladie affectant uniquement le parodonte superficiel.
- Les parodontites, maladie affectant l'ensemble des tissus de soutiens de la dent (parodonte superficiel et profond).

Le praticien dispose d'un arsenal thérapeutique ayant pour objectif d'arrêter l'évolution de cette maladie. Ainsi quelle que soit sa progression, tout traitement parodontal commence par une thérapeutique étiologique. L'évolution instrumentale permet au patient de bénéficier d'un traitement parodontal peu invasif, moins traumatique et efficace. En effet, depuis un demi-siècle, les technologies ultrasoniques sont au service de la dentisterie et ne cessent d'évoluer grâce aux progrès de la science. Elles sont multiples, ce qui peut compliquer le choix thérapeutique du praticien.

Cette thèse analyse la qualité et l'efficacité de la technologie ultrasonique en parodontie médicale. Dans un premier temps, elle décrit les différents systèmes et leurs vibrations, puis les grandes familles d'inserts à notre disposition. Par la suite, un cas clinique sera présenté afin d'illustrer la thérapeutique parodontale non chirurgicale.

# 1 : Les systèmes ultrasoniques et vibration

---

De nos jours, l'utilisation des instruments ultrasoniques n'est pas parfaitement maîtrisée, ceci est dû à un manque de connaissances de leur fonctionnement.

Ainsi nous allons nous pencher sur des généralités afin de bien comprendre les bases fondamentales du système ultrasonique.

## 1.1 Définitions

### 1.1.1 Le son

Le son est une sensation auditive qui est créé par une vibration. Il est constitué de trois éléments : (Figure1)

- une source productrice qui créé une vibration mécanique (exemple : enceintes).
- un milieu fluide (air, eau) ou solide (acier) de propagation de la vibration.
- un récepteur : l'oreille.

Figure 1 : La propagation du son



Source : Auteur d'après Equey, « Intra-science », 2018

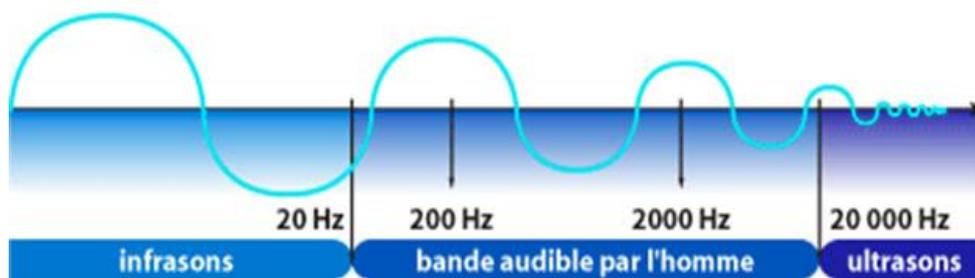
Il se définit selon trois paramètres :

- La fréquence correspond au nombre de vibrations par seconde.
- L'intensité dépend de l'amplitude de la vibration : plus elle est importante, plus le son est fort. Plus l'amplitude est faible, plus le son est faible. On l'exprime couramment en décibel (dB).
- La durée dépend du temps pendant lequel le milieu est perturbé. L'unité utilisée est la seconde (s).

La fréquence d'un son est exprimée en hertz (Hz). Une fréquence élevée correspond à un son aigu et inversement. L'oreille humaine ne peut percevoir qu'une partie du spectre sonore, soit les sons de fréquences comprises entre 20 et 20 000 Hz. En dessous de cet intervalle, les sons sont qualifiés d'infrasons et au-delà d'ultrasons puis de mégasons et d'hypersons au-dessus de 1GHz. (Figure 2, Tableau 1)

Les fréquences audibles sont généralement trop basses en énergie pour provoquer certaines réactions chimiques telles que la cavitation ou les micro-courants acoustiques qui nous intéressent particulièrement en odontologie<sup>1</sup> (Gagnot, 2008).

Figure 2 : Représentation des fréquences sonores



Source : Auteur d'après Equey, « Intra-science », 2018

Tableau1 : Les fréquences sonores

Infrasons	sons	ultrasons	mégasons	hypersons
1 Hz	20 Hz	20 KHz	1 Mhz	100 Mhz

Source : Gagnot, *les ultrasons en odontologie*, 2008

On distingue deux types d'ondes : (Figure 3)

- L'onde transversale (schéma B), lorsque le phénomène physique est perpendiculaire à la propagation (exemple : les ondes électromagnétiques dans le vide, des vagues sur l'eau...)

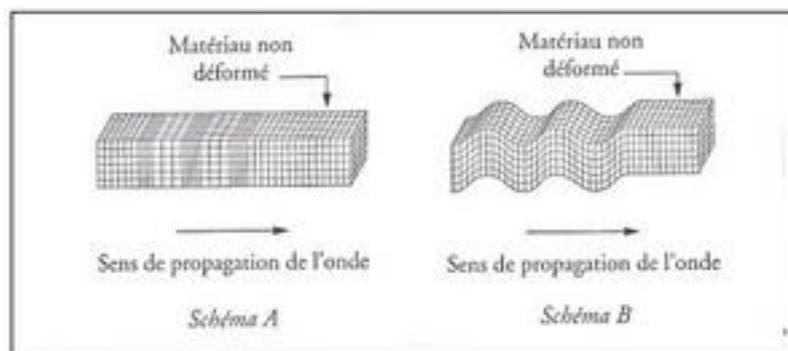
<sup>1</sup> Gagnot et al., *Les ultrasons en odontologie : applications thérapeutiques*.

- L'onde longitudinale (schéma A), animée d'un mouvement de translation rectiligne, ce phénomène physique s'effectue dans la même direction que l'onde.

L'onde sonore est générée par la vibration mécanique d'un support fluide ou solide, elle se propage sous la forme d'ondes longitudinales, grâce à l'élasticité du milieu environnant.

Dans un milieu compressible tel que l'air, le son va se propager sous la forme d'une variation de pression. L'onde sonore est une onde dite de compression, car c'est la compression qui se déplace et non les molécules d'air qui vibrent très faiblement autour de leur position d'équilibre.

Figure 3 : Représentation schématique des deux types d'ondes :



Source : Ruffenac, Cariat et Mora, *physique terminale S : enseignement spécifique*, 2012

### 1.1.2 Les ultrasons

Les ultrasons appartiennent à la famille des sons, ce sont des vibrations acoustiques ayant une fréquence supérieure à 20 000 vibrations par secondes soit 20 kHz.

Ces vibrations se propagent dans des milieux naturels à la différence des ondes électromagnétiques se propageant dans le vide. Ce son n'est pas audible par l'oreille humaine pouvant entendre des fréquences comprises entre 20 Hz et 20 kHz. Les fréquences ultrasoniques utilisées au cabinet dentaire sont comprises entre 20 kHz et 40 kHz pour les traitements parodontaux. On utilise des ultrasons pour créer une amplitude maximale de vibration du tartre par rapport à la dent. Grâce aux vibrations et au phénomène de cavitation, le tartre va se détacher à partir de 20 kHz.

#### Comment l'oreille perçoit-elle les sons ?

Au niveau de l'acoustique physiologique, les vibrations transmises dans l'air vont aller créer des pressions-dépressions sur le tympan. Comme le mouvement du tympan est de l'ordre du micron,

l'oreille moyenne va amplifier et envoyer un signal électrique au cerveau via le nerf auditif. Ainsi, le cerveau va interpréter les signaux électriques et créer la sensation de son.

Cependant, cette transmission auditive ne fonctionne qu'à une fréquence proche de 16 Hz pour les sons graves et 16 kHz pour les sons aigus. Ainsi, l'oreille peut entendre les sons : simples (sons purs du diapason) et complexes (constitués d'une composante principale et de composantes supplémentaires qui vont donner le timbre et la couleur de l'instrument).

Ce que l'on entend au cours du traitement parodontal ne sont pas les ultrasons mais les vibrations sonores se propageant dans l'air lors du contact de l'insert contre la surface dentaire.

### **1.1.3 Les vibrations**

Les vibrations sont des mouvements d'oscillation rapides caractérisées par :

- Une composante fondamentale correspondant à un signal périodique : on parle d'onde sinusoïdale. Une onde sinusoïdale est une suite ininterrompue et périodique d'impulsions (espacées régulièrement dans le temps et d'amplitude constante).
- Elles peuvent être décomposées, en plusieurs signaux périodiques, grâce aux transformations de Fourier dans le but de trouver la sinusoïde qui est à l'intérieur du mouvement fondamental.

## **1.2 Les différents types de détarteurs**

En odontologie deux types de détarteurs sont utilisés : les détarteurs soniques et les détarteurs ultrasoniques.

### **1.2.1 Les détarteurs soniques**

Les détarteurs soniques également appelés détarteurs pneumatiques, fonctionnent à l'aide d'air comprimé faisant vibrer l'insert.

Ils sont caractérisés par :

- Des vibrations générées par air comprimé et non pas par de l'électricité.
- Des fréquences audibles entre 2 500 et 16 000 Hz, elles sont inférieures à celles des instruments ultrasoniques. Ce qui rend leur efficacité moindre par rapport aux ultrasons pour décrocher le tartre.
- Un mouvement de l'insert majoritairement circulaire.

- Leur bruit (sifflement) peut créer une gêne pour le patient.
- Exemple : Sonicflex / Kavo.

La partie interne du manche est constituée :

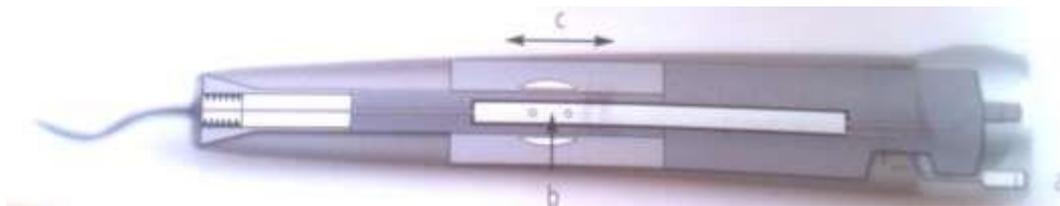
- D'un moteur.
- D'un tube étroit.

Les inserts sont vissés sur la pièce à main et connectés au tube interne.

La Figure 4 est une vue schématique de la pièce à main sonore :

L'air est transmis à la tubulure (a), pour arriver au niveau des trous angulés (b). Puis, le tube interne (c) va s'incliner et frapper le conduit ce qui va générer des vibrations.<sup>2</sup> (Figure 4)

Figure 4 : Section sagittale schématique d'une pièce à main sonore



Légende : a : tubulure, b : trou angulés, c : tube interne

Source : Van Der Weijden, *le monde fascinant des ultrasons*, 2007

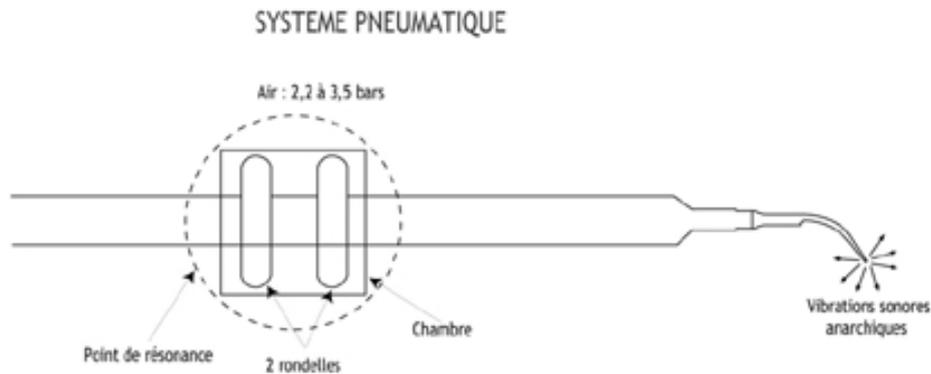
Les vibrations transmises à l'insert sont amorties par une bague en caoutchouc pour éviter l'échauffement. Afin de diminuer la chaleur produite par friction au niveau de la surface dentaire, le système est irrigué.

Le mouvement décrit par l'insert est circulaire (Figure 5), ainsi il peut être actif sur toutes ses faces. Sa fréquence de vibration varie entre 2 000 et 6 000 Hz (elle est inférieure à celle des détartreurs ultrasoniques) à l'origine du sifflement. Si on applique une forte pression l'efficacité des inserts est diminuée.<sup>3</sup>

<sup>2</sup> Van der Weijden, Aidan, et Gregoire, *Le monde fascinant des ultrasons*.

<sup>3</sup> Blanc, « Les appareils à ultrasons et les soins dentaires ».

Figure 5 : Système pneumatique : mouvement de l'insert



Source : Gagnot , *les ultrasons en odontologie*, 2008

Tableau 2 : Avantages et inconvénients du système pneumatique

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Connexion facile au raccord multiflex (on peut les brancher facilement au cordon de l'équipement)</li> <li>• Moins besoin de liquide de refroidissement par rapport aux ultrasonores</li> <li>• Elimination de la plaque</li> <li>• Extrémité de l'insert plus petite que celle d'un système ultrasonique : meilleure sensibilité tactile</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bruyant</li> <li>• Sifflement important</li> <li>• Déplacements anarchique (mouvements circulaires)</li> <li>• Sensible à la pression de l'utilisateur (efficacité réduite si pression importante), risque d'endommager la dent</li> </ul>

Source : Auteur, 2018

### 1.2.2 Les détarteurs ultrasoniques

En 1850, l'instrumentation ultrasonique est introduite pour la première fois dans le domaine dentaire pour remplacer les pièces à main à cordon et de vitesse lente anciennement utilisées. L'action des détarteurs ultrasoniques est liée à l'association des actions mécaniques de l'insert et de l'irrigation.

Le détartreur à ultrasons avec des inserts ronds (épais et larges) est le premier à avoir été développé en dentisterie. De nos jours, l'instrumentation fait appel à des inserts plats, plus fins et plus longs, voir en forme de curette. Ils rendent la sensation tactile plus grande et permettent un meilleur accès à la zone sous gingivale.

Il existe deux types de phénomènes ultrasoniques : la piézoélectricité découverte par les frères Curie et la magnétostriction par James Prescott Joule.<sup>4</sup>

### 1.2.2.1 La constitution du système ultrasonique :

Le système ultrasonique est constitué d'un ensemble générateur-transducteur (pièce à main) et d'un insert.

- L'action mécanique de l'insert est due à sa vibration. Elle est générée par un courant électrique oscillant alternatif. Initialement, le courant a une fréquence de 50 Hz puis est amplifié à 25 kHz pour arriver à la pièce à main. Ce sont les transducteurs (des lames pour la magnétostriction ou des pastilles céramiques pour la piézoélectricité) qui sont à l'origine de la transformation du courant. Les vibrations localisées au niveau de l'insert sont donc issues de la transformation du courant électrique. Elles sont caractérisées par la fréquence, l'amplitude et le trajet de l'insert. Au niveau de l'insert, poids et forme sont étudiés de façon à ce qu'il puisse rentrer en parfaite résonance avec le transducteur. Ainsi, des vibrations de bonnes qualités sont obtenues grâce à un excellent rapport entre le générateur-transducteur et l'insert.
- L'action mécanique de l'irrigation est en majorité caractérisée par le phénomène de cavitation qui conduit à la formation de bulles remplies de gaz ou de vapeur d'eau. Celles-ci vont grossir jusqu'à implosion, donnant des microbulles, ce qui va conduire à des ondes de choc.<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup> Van der Weijden, Aidan, et Gregoire, *Le monde fascinant des ultrasons*.

<sup>5</sup> Prosperetti, « Bubbles: physics of fluids ».

### 1.2.2.2 L'instrumentation piézoélectrique

Le terme « piézoélectricité » vient du grec « piezin » signifiant pression.

Les détartreurs piézoélectriques utilisent le principe du transducteur baptisé « Triplet de Langevin » inventé par le physicien Paul Langevin. Il consiste à un empilement de céramiques piézoélectriques qui sont serrées et mises en précontrainte entre deux masses métalliques. Celles-ci ont pour effet d'éviter la destruction et de déterminer la fréquence de travail de l'ensemble (comme un diapason déterminant une fréquence précise).

La piézoélectricité est caractérisée par deux effets indissociables :

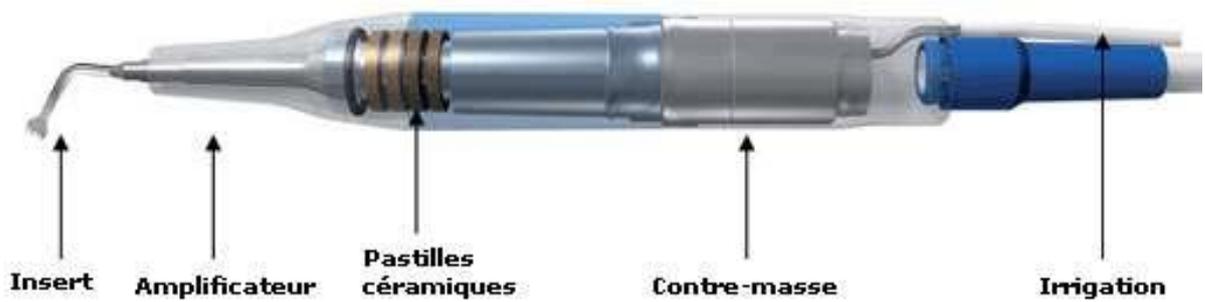
- La piézoélectricité directe : c'est la propriété que possèdent les cristaux de Quartz à se polariser électriquement sous une action mécanique. Ce phénomène fut découvert en 1880 par Pierre et Jacques Curie.
- L'an suivant ils découvrent la piézoélectricité inverse. Les cristaux de Quartz vont se déformer (se comprimer ou se dilater) après l'application d'un champ électrique. Grâce au courant électrique de haute fréquence, les cristaux piézoélectriques sont excités et vibrent de façon mécanique à la même fréquence.

En odontologie, les détartreurs piézoélectriques sont constitués d'une pièce à main incrustée de disques en céramique qui sont réactifs électriquement. Lorsque le courant est alterné ils subissent des élongations et des contractions provoquant des vibrations au niveau de l'insert, celui-ci animé d'un mouvement linéaire dont la fréquence varie entre 28 et 36 kHz. Il s'agit de la plus grande famille de l'instrumentation ultrasonique, introduite par la société française Satelec-Acteon® avec le « Suprasson » en 1972. Cette famille de détartreurs représente la majorité des appareils utilisés en cabinet. (Figure 6)<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> Blanc, « Les appareils à ultrasons et les soins dentaires ».

Figure 6 : Section sagittale d'une pièce à main piézoélectrique



Source : Gagnot, *Les ultrasons en odontologie*, 2008

Tableau 3 : Avantages et inconvénients du système piézoélectrique

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moins cher que l'instrumentation magnétostrictive</li> <li>• Produisent peu de chaleur</li> <li>• Effet de cavitation</li> <li>• Désorganisation et dispersion du biofilm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usure des inserts à vérifier grâce aux cartes de contrôle d'usure</li> </ul>

Source : Auteur, 2018

### 1.2.3 L'instrumentation magnétostrictive

La magnétostriction a été découverte par James Prescott Joule en 1842. Il a mis en évidence la capacité de déformation des matériaux ferromagnétiques comme le fer ou le nickel, sous l'action d'un champ magnétique en fonction d'une fréquence donnée. Il s'agit de la plus ancienne technique des détartreurs dans le domaine dentaire avec le « Cavitron ».

Le composant de l'unité magnétostrictive est en nickel-cobalt, sous forme de fines bandes soudées au niveau de leurs extrémités ou sous forme d'une barre ferromagnétique, fixée à l'insert. Un fil de cuivre, excité électriquement à une fréquence de 30 000 Hz (comprise entre 18 000 et 45 000 Hz), va entourer l'élément ferromagnétique qui est lié à l'insert. Dans le cas d'un champ magnétique, la barre ou la gaine va se déformer de façon continue et transmettre ces variations à l'insert. Ainsi, il va effectuer un mouvement elliptique avec une amplitude pouvant atteindre les 100 micro Newton. (Figure 7)

Figure 7 : Section sagittale d'une pièce à main magnétostrictive



Source : Van Der Weijden, *Le monde fascinant des ultrasons*, 2007

Ces unités disposent d'un spray de refroidissement car elles produisent beaucoup de chaleur. L'irrigation provient de la pièce à main et permet de :

- Refroidir les bandes métalliques de nickel cobalt ou les barres ferromagnétiques, ainsi que la surface dentaire
- Rincer, pour éliminer les dépôts de plaque, les particules de tartre et les débris dentaires.

Il est important de noter que dans ce système les lames de nickel peuvent facilement se casser par compression, lorsque le champ électrique change de direction. Ainsi, l'atteinte du point de rebroussement, point à partir duquel les lames se brisent, est évité grâce au courant pulsé.

Tableau 4 : Avantages et inconvénients du système magnétostrictif

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Effet de cavitation</li> <li>• désorganisation et dispersion du biofilm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nécessite une grande irrigation</li> <li>• Lamelles en métal s'échauffent fortement</li> <li>• Inserts coûteux (140 euros)</li> </ul>

Source : Auteur, 2018

### 1.3. Les effets biologiques des ultrasons et biomécaniques des vibrations

Le succès de l'utilisation de l'instrumentation ultrasonore est en partie liée à une meilleure connaissance des effets biologiques et mécaniques des vibrations par l'opérateur. Ainsi, nous allons nous pencher sur les caractéristiques et les effets des vibrations ultrasonores.

#### 1.3.1 Les effets biologiques des ultrasons

##### 1.3.1.1 La cavitation

Le terme « cavitation » vient du latin « cavus » signifiant trou.

La cavitation est un phénomène physique qui correspond à la formation de cavités (bulles gazeuses) dans un milieu liquide initialement homogène.

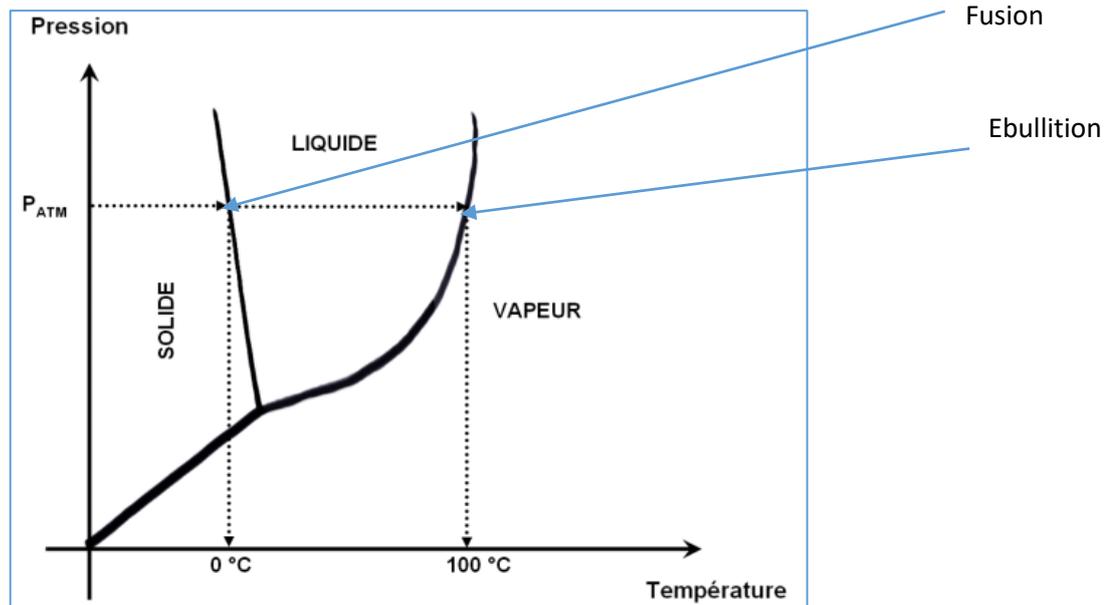
Mécaniquement, elle peut être définie par la rupture du milieu liquide continu en conséquence de contraintes excessives suite au dépassement du point d'ébullition par chute de pression.

D'après le diagramme ci-dessous relatif à l'eau, à pression atmosphérique (figure8 a) :

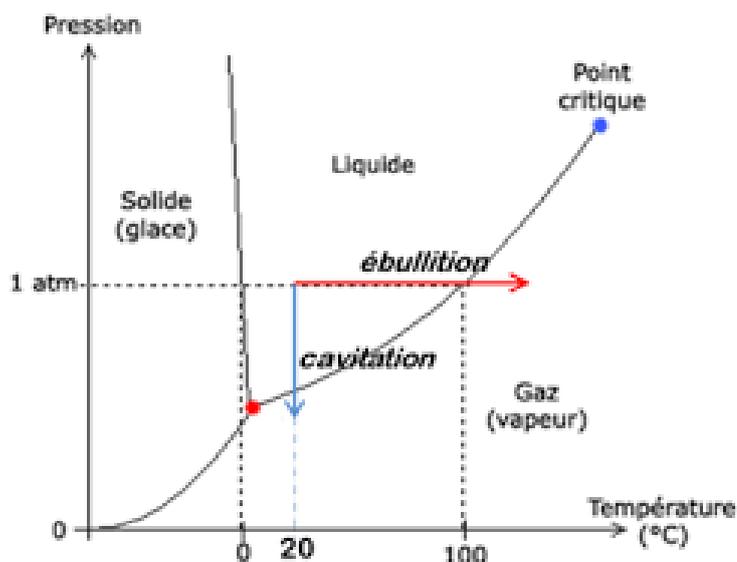
- Sous forme solide (glace), si elle est chauffée à son point de fusion 0°C elle devient liquide.
- Si on continue à chauffer jusqu'à 100°C, elle passe d'état liquide à l'état de gaz par le phénomène d'ébullition. Si l'on se place à une température donnée (par exemple 20 °C) pour

passer de l'eau à l'état liquide à de l'eau sous forme de vapeur, il suffit de réduire la pression localement. Ainsi, on parle de cavitation lorsque la dépression focalisée conduit à la vaporisation du liquide. (Figure 8b)

Figure 8 : Schémas représentant la relation pression-température :



b :



Source : Philippe, « Les sous-marins nucléaires », 2016

Dans l'eau, elle est déclenchée à partir de 20 kHz environ, grâce à une baisse de pression, entraînant la vaporisation. Elle se manifeste par l'apparition de bulles d'air. Très rapidement après la formation des bulles, la dépression est associée à un rééquilibrage de la pression au sein du liquide entraînant leur implosion. Celle-ci, va créer des ondes de choc très puissantes, sources de bruit.<sup>7</sup>

Dans le domaine acoustique, c'est le résultat du mouvement rapide du détartreur à ultrason qui va créer la dépression localisée se manifestant par un effet de turbulence autour de l'insert (onde de pression périodique). Les bulles remplies de gaz ou de vapeur d'eau vont grandir et imploser, ce qui va former des microbulles engendrant des ondes de choc par changement brutal de la phase gaz-vapeur à la phase liquide. De plus par leur implosion, elles peuvent arracher des atomes sur le matériau rencontré, ceci jusqu'à 0,5 millimètres de la pointe de l'insert (zones de l'insert où la vibration est maximale)<sup>8</sup>(figure9).

Figure 9 : La cavitation



Source: Wamsley, « Dental plaque removal by cavitation activity during ultrasonic scaling », 1988

Les bulles (ou cavités) peuvent être de trois types :<sup>9 10</sup>

- Cavités vides (très difficile à obtenir en pratique)
- Bulles contenant la vapeur du liquide constituant le milieu
- Bulles gazeuses (cavités remplies de gaz dissout)

---

<sup>7</sup> Franc, Avellan, et Belahadji, *La cavitation: mécanismes physiques et aspects industriels*.

<sup>8</sup> Prosperetti, « Bubbles: physics of fluids ».

<sup>9</sup> Arbeille et Hérault, « Généralités sur les mécanismes physiques des effets biologiques des ultrasons ».

<sup>10</sup> Roy, Ahmad, et Crum, « Physical mechanisms governing the hydrodynamic response of an oscillating ultrasonic file ».

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

- La puissance et la forme de l'onde ultrasonique.
- La viscosité, la température et la pression intérieure du milieu.
- Les impuretés et le gaz dissout.
- La durée de vie de ces cavités est courte et dépend uniquement de la fréquence ultrasonique.

### Comment on créer les bulles de vapeur ?

Pour créer une bulle de vapeur, la dépression dans le liquide doit être supérieure à la résistance de traction du liquide. Dans l'eau pure cette résistance à la traction est de  $10^7$  Pa contrairement à celle de l'eau du robinet ou distillée qui est de  $10^3$  Pa. L'eau non pure contient des petits « noyaux » piégeant du gaz ou des particules à partir desquels il est plus facile de faire des bulles, on parle de cavitation hétérogène (surmonter une pression de  $10^3$  Pa est plus facile que  $10^7$  Pa).<sup>11</sup>

La vitesse  $\mu$  nécessaire pour générer une pression  $\Delta P$  dans un liquide de densité  $\rho$  peut être exprimée de façon suivante :

$$\Delta P = 1/2 \rho u^2$$

Dans l'eau le seuil de vitesse est de 15m/s.

Dans une onde de pression périodique, les bulles se créent dans la phase négative et s'effondrent lorsque la pression est positive. Au contact d'un obstacle « dur » (mur), les bulles vont avoir tendance à imploser en direction du mur. Or, au contact d'une paroi souple (comme le biofilm couvrant un mur) elles vont imploser mais vont aussi attirer la paroi (ainsi, le biofilm se détache du mur). L'implosion des bulles est accompagnée par la présence d'ondes de choc et de microbulles.<sup>12 13</sup>

### Quel est le seuil d'apparition de la cavitation ?

Il est relativement difficile à mettre en évidence. Il s'agit du seuil, à partir duquel la cohésion du liquide n'est plus assurée. Il dépend de l'existence préalable de bulles dans le milieu liquide et de leur dimension. En effet, la présence de microparticules ou de gaz dissous sont des éléments du milieu liquide abaissant le seuil de cavitation et favorisant la formation de bulles de cavitation. Le seuil est

---

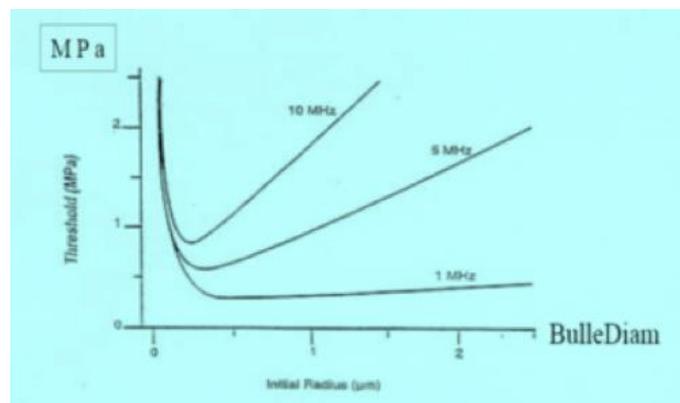
<sup>11</sup> Lecoffre, *La cavitation*.

<sup>12</sup> Jackson et Nyborg, « Small scale acoustic streaming near a locally excited membrane ».

<sup>13</sup> Suppipat, « Ultrasonics in periodontics ».

d'autant plus haut que la fréquence ultrasonique est haute. Donc, quand la fréquence augmente, la cavitation est plus difficile à obtenir (Figure 10)<sup>14</sup>. La durée de vie des cavités est courte et dépend uniquement de la fréquence de l'onde ultrasonique. Le débit d'eau doit également être régulé pour que la cavitation soit produite. La masse de l'eau au niveau de l'insert vibrant ne doit pas être trop importante. Le débit de l'eau doit être contrôlé et ne pas dépasser 2,5mL/min. En 1988 Walmsley, a démontré que lorsque les ultrasons sont utilisés sans irrigation, l'insert a un effet uniquement mécanique et la surface nettoyée est plus petite qu'avec irrigation.<sup>15</sup>

Figure 10 : Seuil de cavitation en fonction de la fréquence et du diamètre initial des bulles de gaz



*Seuil (en pression acoustique) d'apparition des phénomènes de cavitation dans l'eau en fonction du rayon des bulles de gaz contenues initialement dans le milieu et de la fréquence*

Source : Lecoffre, *La cavitation*, 1994

Le phénomène de cavitation peut être identifié par de nombreuses méthodes :

- Optiques et acoustiques.
- Les effets biologique et chimique qui en résultent.
- Les effets de dégazage ou de surpression.

La cavitation transitoire peut être associée à ce phénomène. Elle est présente lors d'une forte amplitude de variation de pression. Ainsi, les bulles de gaz du milieu vont s'effondrer violemment et se contracter à grande vitesse en prenant un petit volume.<sup>16</sup>

<sup>14</sup> Brennen, *Cavitation and bubble dynamics*.

<sup>15</sup> Walmsley, Laird, et Williams, « Dental plaque removal by cavitation activity during ultrasonic scaling ».

<sup>16</sup> Arbeille et Herault, « Généralités sur les mécanismes physiques des effets biologiques des ultrasons ».

Cela peut causer :

- Une importante augmentation de la température entraînant la formation de radicaux libres H<sup>+</sup> et OH<sup>-</sup> par la dissociation de l'eau H<sub>2</sub>O.
- La formation d'ondes de choc.
- La production de lumière.
- Des micro jets à grande vitesse.
- Une érosion des surfaces. L'implosion d'une bulle peut provoquer un jet de très grande énergie 400km/h environ. Ainsi au contact d'une surface liquide/solide le jet va avoir comme effets mécaniques : le nettoyage mais aussi l'érosion de la surface du solide.<sup>17 18</sup>

L'industrie recherche à obtenir ce phénomène en utilisant des ultrasons de haute intensité (nettoyage...). Par contre, les hydrauliciens essaient de les éviter (les hélices des navires sont endommagées par cavitation.) (figure 11)<sup>19 20</sup>

Figure 11 : Érosion liée aux bulles de cavitation sur les pales d'une hélice



Source : Franc, « La cavitation mécanismes physiques et aspects industriels », 1995

### Comment caractériser le risque de cavitation ?

Un **INDICE MECANIQUE(MI)** à été défini pour caractériser ce risque. Il est fonction de la pression acoustique et est inversement proportionnel de la racine carrée de la fréquence ultrasonique. Ainsi, le risque est d'autant plus élevé que la fréquence est basse.

$$MI = P / f^2$$

---

<sup>17</sup> Junge et al., « Cell Detachment Method Using Shock-Wave-induced Cavitation ».

<sup>18</sup> Lohse, « Bubble puzzles ».

<sup>19</sup> Franc, Avellan, et Belahadji, *La cavitation: mécanismes physiques et aspects industriels*.

<sup>20</sup> Mason et Peters, *Practical sonochemistry : Power ultrasound uses and applications*.

### 1.3.1.2 Les micro-courants

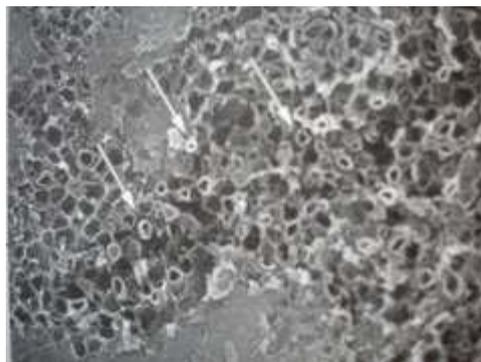
Un autre effet hydrodynamique peut se produire lorsque le liquide de refroidissement est transféré à l'insert : les micro-courants.

Dans un milieu liquide, un tourbillon peut se créer autour de l'insert vibrant. Il peut, par effondrement immédiat des microbulles, générer des phénomènes se produisant à très grande vitesse (supersonique), entraînant une surpression, un échauffement de 1000 °C et la formation de radicaux libres.<sup>21</sup> Pour les détartreurs à ultrasons on parle de « champ acoustique de micro-courants ».

Lors de saignements, un effet thrombogène et hémostatique se produit, car les globules rouges et les plaquettes sont sensibles aux micro-courants situés autour de l'insert vibrant. Par ailleurs, ces phénomènes peuvent produire des effets délétères. D'une part à l'échelle moléculaire, une dégradation par oxydation des bases de l'ADN ou rupture des chaînes d'ADN peuvent être observées. D'autre part au niveau tissulaire, l'élévation de la température peut engendrer la dégradation de la structure protéique. Enfin, ils peuvent causer un cisaillement ou « section bactérienne » (Figure 12). De plus, plus la vibration est importante, plus la destruction est augmentée.

Les phénomènes de cavitation et de micro courants peuvent être retrouvés dans l'utilisation d'une instrumentation ultrasonique et sonique mais avec une moindre efficacité du phénomène.

Figure 12 : Bactéries sectionnées au microscope électronique à balayage



Source : Gagnot, *les ultrasons en odontologie*, 2008

---

<sup>21</sup> Leighton, *The acoustic bubble*.

### 1.3.1.3 la production d'aérosol

Un nuage aérosol est produit par l'utilisation d'une instrumentation ultrasonique (Figure7). Lorsqu'une fine couche de liquide est mise au contact de la surface vibrante de l'insert, il se produit une dispersion de particules très fines (<100 microns) pouvant contenir des microorganismes pathogènes. Les particules d'un aérosol sont retrouvées d'une part sous forme solide (telles que des débris de tartre, de dentine et d'email), d'autre part sous forme liquide (composées de liquide d'irrigation, de salive, de microorganismes de la plaque dentaire et de sang).

Timmerman a démontré en 2004 au cours d'une étude sur la production d'aérosols, qu'il y a une dispersion des colonies bactériennes d'origine buccale à 150 cm de la zone de travail après 40 min d'utilisation.<sup>22</sup> (Timmerman et coll.,2004).

En 1967, Larato démontre que le nombre de bactéries présentent dans l'air ambiant après traitement par instrumentation ultrasonique est 30 fois supérieur à celui avant traitement. En 2004 Timmerman, rapporte que cette étude était conduite avec des aspirations de petit volume (diamètre :3,3 millimètres ; débit : 1,1 L/min), or lorsqu'une aspiration de plus gros volume (diamètre : 8 millimètres ; débit : 6L/min) est placée à proximité de la pièce à main l'effet aérosol est diminué de 93%. Cependant, cette position de l'aspiration risque fortement de minimiser l'irrigation au niveau de l'insert, diminuant ainsi son efficacité.<sup>23</sup>

Pour Gross et Co-auteurs en 1992, il n'y a pas de différence de bactériémie dans le nuage aérosol selon le type générateur (magnétostricif, piézoélectrique et sonique)<sup>24</sup>

L'effet aérosol dépend de l'amplitude de vibration de l'insert. Ainsi il peut être supprimé si l'on diminue la puissance du générateur<sup>25</sup>. (Figures 13 et 14)

---

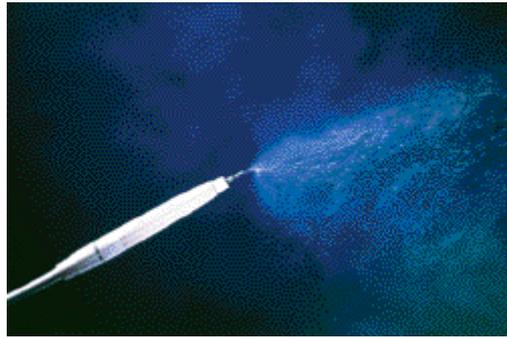
<sup>22</sup> Timmerman et al., « Atmospheric contamination during ultrasonic scaling ».

<sup>23</sup> Timmerman et al.

<sup>24</sup> Walmsley, Laird, et Williams, « Dental plaque removal by cavitational activity during ultrasonic scaling ».

<sup>25</sup> Holbrook et al., « Bacteriological investigation of the aerosol from ultrasonic sealers. »

Figure 13 : production d'un nuage d'aérosol



Source : Gagnot, *Les ultrasons en odontologie*, 2008

Figure 14 : Le réglage du débit et de la puissance pour un effet de goutte à goutte



Source : Gagnot, *Les ultrasons en odontologie*, 2008

### **1.3.2 Les caractéristiques des vibrations et leurs effets biomécaniques**

#### 1.3.2.1 Les caractéristiques des vibrations ultrasoniques

L'efficacité du traitement dépend de la qualité des vibrations ultrasoniques. Celles-ci sont caractérisées par deux notions importantes : leur fréquence et leur amplitude.

- L'amplitude des vibrations varie de 0,006 à 0,1 millimètres. Elle dépend de plusieurs paramètres tels que :
  - Le réglage de la puissance du générateur.
  - La flexibilité du métal (plus l'acier est dur moins l'insert vibrera) .
  - L'irrigation.
  - La longueur et forme de l'insert.

Si la puissance exercée sur l'insert diminue son amplitude diminue et son énergie ainsi que son efficacité vont augmenter. Ceci se manifeste par : une meilleure sensibilité tactile pour le praticien, une diminution de l'effet aérosol, un plus grand confort pour le patient, une dissémination bactérienne moindre, une baisse du bruit et une diminution de la température (réduisant les brûlures, ainsi que les douleurs et les destructions tissulaire).

La fréquence des vibrations ultrasoniques, comme son nom l'indique, doit être supérieure à 20 000 cycles par secondes ou 20 kHz. Dans le cas où elle est inférieure à 20 000 cycles/sec on parle d'instrumentation sonore. La fréquence est choisie par le fabricant, donc elle ne varie pas contrairement à l'amplitude. Cependant plus la charge portée sur l'insert est importante plus son déplacement est ralenti. Cependant de nos jours, il existe un système « le cruise control » intégré dans le générateur permettant d'ajuster automatiquement la fréquence dans le cas où on a une variation de la charge.

### 1.3.2.2 Les effets biomécaniques des vibrations

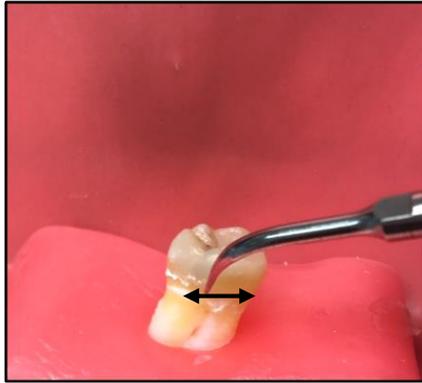
Les vibrations ultrasoniques vont entraîner le déplacement de l'insert sur les 2 à 3 derniers millimètres. Quand il est face à l'objet on parle de martèlement et tangentiellement à l'objet de balayage. Il est important de noter que le mouvement est effectué par l'insert déplacé tranquillement par le praticien en coronaire, apical ou tangentiellement à la dent.

#### a) Le balayage

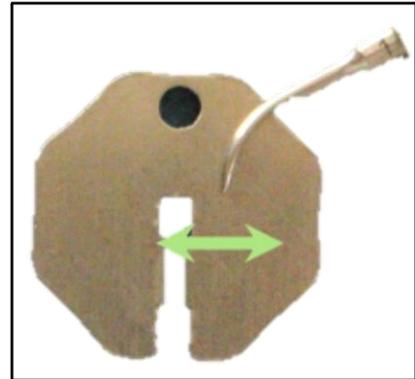
Ce mouvement est réalisé par l'insert déplacé tangentiellement par le praticien au niveau du front de tartre (à 28000 Hz) (Figure 15). Le balayage est caractérisé cliniquement par une double action :

- Élimination des dépôts peu adhérents à la surface (biofilm ou colorations dentaires).
- Brunir ou polir le ciment.

Figure 15 : Action du balayage.



Source : Auteur, 2018



Source : Gagnot, *Les ultrasons en odontologie*, 2008

Le déplacement (en mètre par seconde) de l'insert au contact de la dent peut être calculé de la façon suivante :

$$\text{Déplacement} = \text{amplitude} \times \text{fréquence} \times \text{temps}$$

Ainsi pour une amplitude de 4 micromètres au niveau de l'extrémité de l'insert, le déplacement sera de :  $4 \times 25000 = 100\,000$  micromètres / secondes soit 1 mètre par seconde. (Tableau 5)

Tableau 5 : Distances parcourues par l'extrémité de l'insert (m/s)

Fréquence (Hz)	Amplitude (Pa)	Temps (s)	Déplacement (m/s)
9000	100	1	0,9
25000	100	1	2,5
25000	4	1	0,1

Source : Gagnot, *Les ultrasons en odontologie*, 2008

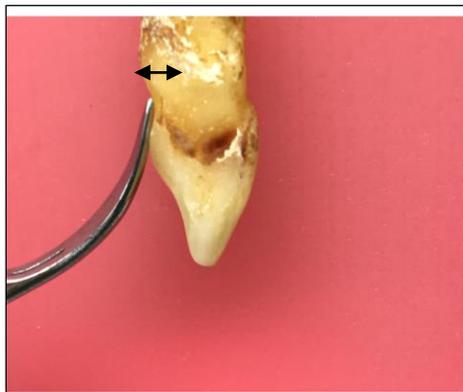
b) Le martèlement et demi martèlement de l'insert

Le martèlement est l'action de l'insert (face ventrale ou dorsale) heurtant perpendiculairement la surface dentaire. Il permet de décoller les dépôts adhérents à la surface. (Figure 16)

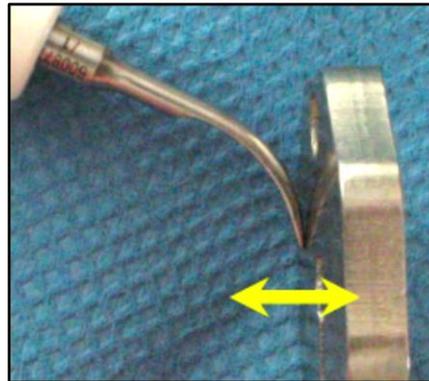
- Lorsque l'insert est au contact de l'objet cela va créer une résonance produisant des sons. Leur intensité varie en fonction de l'amplitude du mouvement vibratoire : plus l'amplitude est faible et plus faible sera l'intensité du son.
- La force d'impact dépend de l'amplitude de la vibration. Si celle-ci est élevée l'impact sera fort et l'élimination des dépôts facilitée, cependant le risque de destruction tissulaire sera amplifié.

Il existe, en complément du martèlement classique, le mouvement de demi-martèlement. Il est caractérisé par l'action de l'insert ne se faisant pas totalement avec les faces dorsales ou ventrales, mais par les faces latérales. En effet, c'est la double courbure de certains inserts (évoqués plus loin) qui permet ce mouvement. Il a pour avantage d'être moins douloureux pour le patient contrairement au martèlement et est plus efficace que le balayage.

Figure 16 : Action du martèlement.



Source : Auteur, 2018



Source : Gagnot, *les ultrasons en odontologie*, 2008

### c) L'abrasion et la percussion

Le mouvement de percussion est lié à une mauvaise utilisation de l'insert (par exemple lorsque la pointe de celui-ci est à 90° de la surface dentaire) et est très néfaste pour les tissus dentaires.

L'abrasion ultrasonore est apparue avec l'utilisation des inserts diamantés, on parle « d'usage abrasif ». Elle dépend de :

- La dureté des tissus
- De la taille du grain du diamant

En effet l'effet abrasif sera efficace, d'autant plus que le tissu est dur et le diamant est gros (phénomène inexistant dans les tissus mous).

Les capacités d'abrasion sont utilisées dans les domaines de l'odontologie conservatrice prothétique, endodontique et chirurgicale. Par exemple en endodontie, ils permettent de contourner de nombreuses difficultés lors du traitement (la recherche des cavités d'accès, l'élimination des calcifications et de nombreux obstacles tels que le ciment de scellement, tenon...). Dans le domaine chirurgical, ils sont intéressants pour leur trait de coupure puissant et précis (lors des extractions dentaires par exemple). Certains ont été conçus pour la parodontie afin de réaliser un « surfaçage radiculaire » dans le but d'éliminer la couche dite « infiltrée du ciment »<sup>26</sup>. Cependant des études récentes ont montré que cette « dentine infiltrée » n'existe pas, par conséquent l'action de « surfaçage radiculaire » n'a plus d'intérêt en parodontie aujourd'hui.

---

<sup>26</sup> Gonçalves et al., « Root cementum may modulate gene expression during periodontal regeneration ».

## 2 : Efficacité et qualité des inserts ultrasoniques

---

### 2.1 Qualité du système ultrasonique

La fiabilité du traitement non chirurgical dépend de nombreux facteurs dont un traitement étiologique qualitatif et efficace. Une parfaite maîtrise des vibrations et une instrumentation adaptée à la situation permettent une préservation tissulaire, une efficacité de traitement ainsi qu'un confort pour le praticien et le patient.

#### 2.1.1 Les différents types d'inserts

L'insert est choisi en fonction de l'objectif désiré et de son adaptation avec la zone à traiter. Sa forme ainsi que sa fréquence déterminent son mouvement. De nombreux inserts avec des formes et des tailles très variées, sont disponibles sur le marché.

##### 2.1.1.1. Les inserts standards

Les inserts à section ronde (Satelec-Acteon® :10P) :

Ils sont caractérisés par des vibrations et un déplacement décrivant un arc de cercle. La partie travaillante est localisée à l'extrémité de l'insert, son étendue est comprise entre 1 et 3 millimètres (selon la courbure de la surface dentaire) (Figure 17).

Cliniquement, le mouvement elliptique de ces inserts ne permet pas de cibler précisément la jonction du front de tartre. De plus, si un insert rond est branché à un système piézoélectrique, la vibration parcourant la pièce à main sera tangentielle mais l'insert ne pourra pas vibrer tangentiellement, donc on annihile les avantages du système piézoélectrique.

Figure 17 : Insert rond 10P Satelec-Acteon®



Source : Satelec-Acteon®, catalogue, 2017

Les inserts profilés plats (EMS : A, Satelec-Acteon® : 10K) :

Ils sont caractérisés par une partie travaillante, localisée à l'extrémité et au niveau des faces dorsales et ventrales de l'insert (figure 18). La surface de travail est large dû à la surface aplanie de l'insert dont la longueur de travail est de 2 à 5 millimètres. Ils se distinguent par des vibrations tangentielles permettant les mouvements de balayage et de martèlement focalisés au niveau de la jonction de front de tartre. Ainsi, une bonne élimination du tartre et des colorations est obtenue par leur action ciblée. Cependant ils peuvent provoquer des sensations douloureuses pour le patient, un endommagement des restaurations (éclat au niveau de la jonction céramique/dent, rayures du métal) et des tissus (altération des prismes d'émail), ainsi qu'un risque de nébulisation.

Figure 18 : Insert profilé plat 10K Satelec-Acteon®



Source : Satelec-Acteon®, catalogue, 2017

#### 2.1.1.2 Les micro-curettes : H3, H4L et R

Ces mini inserts permettent d'effectuer un traitement parodontal en profondeur de l'ensemble de la bouche. Ils peuvent être droits (H3 Satelec-Acteon®) ou orientés (à droite tel que le H4R Satelec-Acteon® ou à gauche tel que le H4L Satelec-Acteon®). Ils présentent un profil similaire aux curettes universelles. La surface distale du dernier segment de chaque insert présente un angle de 90° par rapport à la hampe. L'extrémité de ces mini-inserts est en quart de rond pour éviter tout traumatisme ou coupure lors du débridement des poches étroites et profondes.

La vibration se fait dans l'axe de la partie cervicale et perpendiculairement à la partie travaillante. La face latérale va servir de guide en suivant l'anatomie pendant le travail. Ainsi, ils disposent de deux bords actifs servant de guide afin d'éliminer les calculs et les dépôts, sans risque d'endommager les fibres du tissu conjonctif. Les micro-inserts s'utilisent dans le sens opposé à celui des curettes manuelles (en poussée ou "push stroke", sans chercher à cureter) et sont déplacés de l'ouverture sulculaire vers le fond de la poche, sans pression latérale excessive (0,3 à 0,5N).

Les micro-curettes droites : type H3 Satelec-Acteon®

L'insert H3 est idéal pour le traitement étiologique (Figure 19). La vibration se propage dans l'axe de la pièce à main et l'insert présente une double courbure étant dans le même axe. Cette forme confère à l'insert la possibilité de balayer, marteler (par ses faces ventrales et dorsales) et d'obtenir un demi martèlement lorsqu'il est penché.

Le tartre va être éliminé par un mouvement de martèlement réalisé :

- Par poussée au niveau de la face dorsale convexe, également appelée face travaillante passive.
- En tirant par la face ventrale.

Le demi martèlement est réalisé par les faces latérales. Ainsi, en penchant l'insert, la face dorsale va ouvrir la poche en repoussant les parois ce qui va faciliter la pénétration en sous gingivale de la partie ayant la plus grande puissance (située dans le dernier tiers de l'extrémité travaillante). Ce mouvement permet au praticien de glisser facilement sous la gencive, son travail est plus efficace que le balayage et moins douloureux pour le patient. <sup>27</sup>Il est très efficace pour le traitement du secteur antérieur (bloc incisivo-canin) ainsi que pour les faces vestibulaires et linguales.

---

<sup>27</sup> Gagnot, Darcel, et Michel, « Traitement ultrasonique des poches parodontales : une nouvelle approche raisonnée ».

Figure 19 : Micro-curettes droites : type H3 Satelec-Acteon®



Source : Satelec-Acteon®, catalogue, 2017

#### Les micro-curettes orientées : type H4 Satelec-Acteon®

Cet insert est composé de trois parties : (Figure 20)

- a : partie cervicale reliant l'insert à la pièce à main.
- b : hampe (ou corps) orientée et angulée à droite ou à gauche : sa forme et sa longueur permettent d'avoir accès à toutes les poches même étroites et profondes avec une très grande flexibilité.
- c : pointe travaillante par sa forme permettant d'avoir accès aux faces mésiales et distales.

Figure 20 : Les micro-curettes orientées : type H4 Satelec-Acteon®



Source : Satelec-Acteon®, catalogue, 2017

La vibration se propage dans le sens de la pièce à main et l'insert présente une double courbure, mais contrairement aux H3 celle-ci n'est pas dans le même axe. Par conséquent, le mouvement est légèrement angulé et la vibration se déplace de façon parallèle à la partie cervicale et perpendiculairement à la partie travaillante. Cette anatomie confère à l'insert, les facultés de marteler et de demi marteler, cependant il ne peut pas balayer la surface.

Il est idéal pour un détachement du tartre lors du débridement des faces et des furcations par martèlement ou demi martèlement, à faible puissance et accompagné d'une irrigation goutte à goutte.

Les inserts H4 Satelec-Acteon® sont utilisés de deux façons afin d'obtenir un bon angle de travail :

- En position fermée :
  - La face active de l'insert forme un angle de 45° par rapport à la surface radiculaire. Le martèlement angulé permet le décollement et l'élimination des dépôts de tartre sous irrigation.
  - La face passive arrondie facilite la pénétration sous gingivale de l'insert par ouverture de la poche.
  - La partie caudale du corps épouse la surface de la dent, parallèlement à la racine.
  - Le mouvement se fait progressivement de façon corono-apicale.
  
- En position ouverte :
  - La face active de l'insert est tangentielle à la racine. L'extrémité travaillante va frapper sur la totalité de la partie latérale de l'insert avec un angle légèrement supérieur à 90°.
  - La partie caudale de la hampe est faiblement en contact avec la dent.
  - Le mouvement se fait de façon apico-coronaire.

Cliniquement, plus l'on penche l'insert à 45° plus la surface de contact est importante. Par conséquent, sans augmenter l'amplitude, le travail de l'insert sera efficace et s'accompagnera d'une augmentation sonore.

Pour conclure, les micro-curettes par leur extrémité longue et émoussée permettent un accès sous gingival très profond. Contrairement aux curettes manuelles, elles sont d'une part moins invasives et fatigantes, d'autre part plus rapide à utiliser. De plus, par leur faible amplitude, ils génèrent moins de sensibilité pour le patient (contrairement aux inserts « classiques »).

### 2.1.1.3 Les micro-inserts :

Les micro-inserts, par opposition aux inserts standards étant larges et courts, ont une extrémité émoussée leur permettant d'avoir accès à des zones complexes, étroites (faces proximales, points de contact) et peuvent agir en présence de parois gingivales. Ils présentent l'avantage d'être efficaces à faible puissance lors du traitement ultrasonique des poches.

Il y a plusieurs formes de micro-inserts mais leur constitution reste similaire : une hampe, une partie cervicale reliant la pièce à main à l'insert et une pointe travaillante.

#### 2.1.1.3.1 Les micro-inserts ronds

Micro-inserts ronds droits : type TK1 Satelec-Acteon® :

Le TK1 Satelec-Acteon® est une sonde droite conçue pour atteindre le fond des poches, même les plus étroites et profondes. Graduée tous les 3 mm, il s'utilise comme une sonde pour réaliser simultanément une décontamination et un sondage rapide. Cependant la sensibilité tactile est moins bonne qu'avec une sonde classique dû à la vibration.

Grâce à l'action de la cavitation produite par l'irrigation en présence des ultrasons, le TK1 Satelec-Acteon® permet de désorganiser et d'éliminer le biofilm, en suivant le contour des poches et en effleurant la surface radiculaire, mais au niveau des furcations l'accès n'est pas facilité.<sup>28</sup> (Figure 21)

Les vibrations se dirigent dans l'axe de la partie cervicale et perpendiculairement à la partie travaillante. Leur précision permet l'élimination des dépôts mous et leurs faibles amplitudes préservent la sensibilité tactile du praticien.

De nos jours, ces inserts sont peu utilisés. En effet, un mouvement de balayage peut être obtenu mais le martèlement n'est pas le plus efficace dû à la finesse de l'extrémité travaillante. Comme vu précédemment, les inserts ronds ne vont pas permettre une bonne vibration tangentielle. En effet, leur forme en arc de cercle crée un mouvement elliptique ne pouvant pas cibler précisément la jonction du front de tartre.

Cependant étant des micros inserts, ils vibrent sur des amplitudes plus faibles. Combinés à une irrigation goutte à goutte et au pouvoir bactériostatique des ultrasons, ils sont efficaces dans l'élimination de la plaque bactérienne. Leur puissance limitée réduit la douleur pour le patient, le risque de lésion radiculaire mais augmente le temps de travail.

---

<sup>28</sup> Gagnot, Darcel, et Michel.

Figure 21 : Micro insert rond droit TK1-1S Satelec-Acteon®



Source : Satelec-Acteon®, catalogue, 2017

Micro insert ronds orientés de grand et petit rayon :

Les micro-inserts ronds de grand rayon (tk2-1R et L Satelec-Acteon®) :

Le diamètre de l'extrémité travaillante est compris entre 0,5 et 0,8 millimètres. Ces instruments angulés, ont une orientation droite (TK2-1R Satelec-Acteon®) ou gauche (TK2-1L Satelec-Acteon®) (figure 22). Ce sont des équivalents d'une sonde de Nabers, idéalement recommandés pour le débridement parodontal en présence d'un parodonte fin et dans les zones étroites. La double courbure de la hampe permet de contourner les obstacles anatomiques et grâce à leur finesse le biofilm peut être désorganisé sur des zones difficiles d'accès. La vibration se fait dans l'axe de la partie cervicale perpendiculairement à sa longueur. Cette double courbure permet à la vibration de se propager dans les espaces inter radiculaires, les poches profondes des molaires et autres espaces difficiles d'accès. Cliniquement, ils sont surtout utilisés en maintenance parodontale.

Figure 22 : Micro insert rond orienté de grand rayon : TK2-1L Satelec-Acteon®



Source : Satelec-Acteon®, catalogue, 2017

Les micro-inserts ronds orientés (P2L et R Satelec-Acteon<sup>®</sup>) :

Ce sont les derniers inserts à avoir été conçus ils sont extrêmement fins et robustes. Ils sont caractérisés par un petit rayon et deux courbures. L'angle de la partie médiane est ouvert, ce qui facilite l'accès de l'extrémité travaillante de l'insert dans les poches des zones distales. Dans la partie caudale, la courbure est proche de celle des curettes universelles. La section ronde de la partie travaillante a un diamètre ultrafin de 0,25 millimètres, ce qui facilite la pénétration dans les zones les plus étroites et difficiles d'accès. De plus, la finesse du diamètre permet à l'insert de se déplacer tangentiellement à la surface dentaire ce qui produit un mouvement de martèlement. Ils sont plus fréquemment utilisés dans les séances de débridement. Cependant, leur forme ronde les rend moins efficace que les micro-curettes et le temps de travail sera plus long. (Figure 23)

Figure 23 : Micro insert rond orienté petit rayon : insert P2L Satelec-Acteon<sup>®</sup>



Source : Satelec-Acteon<sup>®</sup>, catalogue, 2017

#### 2.1.1.4 Les inserts diamantés : H2 Satelec-Acteon<sup>®</sup>

Il s'agit d'inserts rigides avec une surface travaillante recouverte d'une couche de poudre diamantée, dont la granulométrie peut varier selon les différentes formes. Ils peuvent être fabriqués de deux façons. D'une part, par un dépôt de grains de diamant sur l'insert en acier, le tout recouvert d'un liant en nickel. D'autre part, la méthode consiste au dépôt d'un film diamanté en phase vapeur sur les

inserts en molybdenum, issue de l'institut National de Recherche Spatial (INPE) au Brésil et commercialisé depuis novembre 2002.

L'extrémité travaillante est de 0,5 à 0,8mm. Ils peuvent être droits (H1 Satelec-Acteon®) ou ronds (H2 Satelec-Acteon®). (Figure 24)

Leurs actions principales sont l'abrasion et le curetage, elles dépendent de la dureté des tissus et de la qualité du diamant donnant la rugosité au niveau de la surface de l'insert. L'effet abrasif sera d'autant plus élevé que le grain du diamant sera gros et le tissu dur. Ces effets seront très recherchés en odontologie conservatrice et en endodontie.

Leur déplacement se fait de façon tangentielle le long des parois radiculaires. Ils peuvent, utilisés à faible puissance, remodeler les espaces très étroits, les furcations et les proximités radiculaires. Les phénomènes de micro-courants et de cavitation vont permettre de décontaminer lors du débridement les espaces proximaux, les fistules et les abcès.

Figure 24 : insert diamanté : H2 Satelec-Acteon®



Source : Satelec-Acteon®, catalogue, 2017

Initialement, ils étaient utilisés en parodontie pour éliminer « le ciment nécrotique et la dentine infiltrée » lors du surfaçage radiculaire. Ceci était basé sur les données acquises suivantes :

- L'élimination des endotoxines au niveau des couches profondes de la dentine et du ciment<sup>29</sup> ainsi que de la totalité du ciment infecté et de la dentine dite infiltrée.<sup>30</sup>
- Éviter l'adhésion des endotoxines en rendant la surface plus lisse.<sup>31</sup>

Aujourd'hui l'objectif thérapeutique incite à être moins invasif dans l'élimination des tissus tout en étant le plus efficace. Le « surfaçage radiculaire » est remplacé par une décontamination de la surface et des poches afin d'éliminer les résidus organiques et de désintégrer mécaniquement le biofilm. Ainsi les inserts diamantés sont de nos jours désuets, la nouvelle génération de micro-curettes répond à la notion de débridement radiculaire.

## **2.1.2 Maîtrise du système ultrasonique**

### **2.1.2.1 L'ergonomie**

L'efficacité du traitement parodontal est aussi liée à une maîtrise complète du système ultrasonique par le praticien. Sa position de travail est un élément clé pour bénéficier d'une meilleure maîtrise vibratoire et d'obtenir des effets mécaniques et biologiques optimaux.

Cliniquement, la pièce à main peut être tenue en stylo ou en pinceau (figure 25). En stylo, la pièce à main est tenue au niveau de sa partie antérieure, les points d'appuis sont proches de la partie travaillante et engendrent une prise plus forte. Par conséquent, elle est déconseillée pour l'utilisation d'instruments ultrasoniques.

En pinceau, l'instrument est tenu entre le pouce et l'index vers le milieu, les autres doigts vont servir de soutien. Cette position permet une prise légère, la pression exercée est d'environ 0,5 Newton. Ainsi,

---

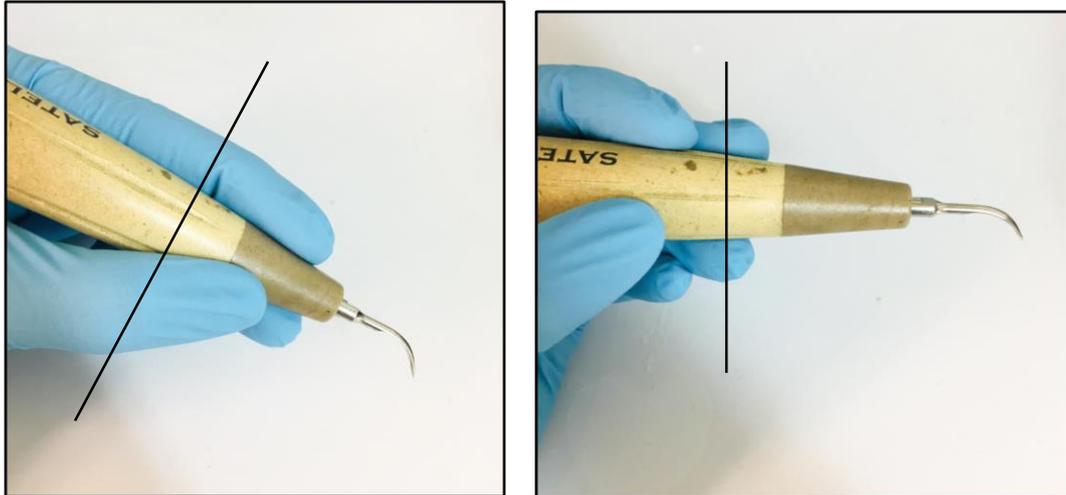
<sup>29</sup> Jones, « The effectiveness of in vivo root planing in removing bacterial endotoxin from the roots of periodontally involved teeth ».

<sup>30</sup> Adriaens, Edwards, et Loesche, « Ultrastructural observations on bacterial invasion in cementum and radicular dentin of periodontally diseased human teeth ».

<sup>31</sup> Renvert et al., « 5-year follow up of periodontal intraosseous defects treated by root planing or flap surgery ».

l'utilisateur peut travailler dans de meilleures conditions en réduisant l'atteinte tissulaire et la sensation de fatigue tout en augmentant le sens tactile.

Figure 25 : Pièce à main tenue en stylo et en pinceau



Source : Auteur, Ultrasons Satelec-Acteon®, 2018

Cliniquement, afin de laisser l'insert vibrer dans des conditions optimales et de potentialiser ses effets, il est recommandé de tenir la pièce à main le plus loin possible et d'avoir les points d'appuis les moins fermes.

#### 2.1.2.2 Le réglage du débit de l'irrigation

L'irrigation est essentielle pour assurer le refroidissement à l'extrémité de l'insert et chasser les dépôts présents dans les poches. Elle permet de préserver les tissus vivants et l'insert d'une exposition prolongée à la chaleur. Il a été démontré que dans les conditions optimales, l'instrumentation ultrasonique ne peut provoquer de séquelles sur l'os alvéolaire ou la gencive<sup>32</sup>(Alves et al. 2004). Cependant, si l'irrigation n'est pas suffisante, l'insert va chauffer ce qui peut entraîner des dommages au niveau des tissus parodontaux et pulpaire. Ainsi, l'instrumentation ultrasonique ne doit jamais être

---

<sup>32</sup> Alves et al., « Attachment loss after scaling and root planing with different instruments. a clinical study ».

utilisée sans irrigation, le débit moyen devrait être de 25 mL/min environ <sup>33</sup> (Nicoll et Peters 1998, Lea et al. 2004).

Cliniquement, pour régler correctement la pression de l'eau on doit parvenir à un effet goutte à goutte continu au niveau de la partie travaillante de l'insert. Les générateurs à ultrasons, disposent d'une pompe péristaltique délivrant une irrigation d'écoulement continu. Contrairement aux ultrasons délivrés au fauteuil où l'écoulement se fait par à-coups via un système pneumatique. Avec ce dernier, l'irrigation n'est pas continue donc ne permet pas une bonne cavitation ni une irrigation suffisante au bout de l'insert.

### 2.1.2.3 Le réglage de la puissance

Pour une utilisation optimale des inserts il est important de noter que chaque insert a sa fréquence propre, son amplitude d'efficacité et une puissance donnée. Par exemple, lorsque les inserts sont dotés d'une bague bleue, celle-ci indique que l'amplitude à régler sur le générateur (Figure 26) est comprise entre 12 et 16. Ainsi, ce type d'insert est utilisé entre 60 % (12 :20=60%) et 80% (16 :20= 80%) de la puissance. Par conséquent, la douleur sera plus importante avec des inserts bague bleue que des microcurettes à bague verte utilisées à 30% de la puissance. Si l'on est hors de la fourchette de puissance recommandée, l'insert vibrera mais de façon non optimale. Ainsi à puissance inférieure, il ne sera pas possible d'éliminer le tartre sérique et le travail sera plus long. Si la puissance est au-dessus de la norme, l'insert s'échauffe et risque de casser.

Figure 26 : Générateur NEWTRON ACTEON



Source : Satelec-Acteon®, catalogue, 2017

---

<sup>33</sup> Nicoll et Peters, « Heat Generation during Ultrasonic Instrumentation of Dentin as Affected by Different Irrigation Methods ».

Le réglage correct de la puissance du générateur selon l'insert correspondant, permet d'obtenir un maximum d'efficacité. L'efficacité du traitement ultrasonique est aussi liée au bon réglage des vibrations. Pour cela, la puissance du générateur est réglée en fonction du type de dépôt bactérien logé à la surface de la dent et à l'intérieur des poches parodontales. De plus, le praticien par son ergonomie, doit émettre une faible pression latérale pour obtenir un maximum de vibration de l'onde.<sup>34</sup>

Les générateurs ont une amplitude modulable permettant au praticien d'être en harmonie avec les différentes situations cliniques, cependant la fréquence ne l'est pas. Il est préférable de commencer à faible puissance puis de l'augmenter progressivement jusqu'au fonctionnement optimal de l'insert tout en respectant le minimum. Ainsi le patient bénéficiera d'un traitement précis et moins douloureux.<sup>35</sup>

### **2.1.3 Les effets secondaires liés au système ultrasonique**

Le traitement à l'aide d'instruments ultrasoniques présente des bénéfices mais aussi quelques inconvénients.

#### **2.1.3.1 Au niveau de l'audition**

Un système ultrasonique ne peut pas produire un son par lui-même. Ce que l'on entend au cours du traitement, correspond aux vibrations sonores transmises dans l'air lors du contact de l'insert contre la surface dentaire.

L'étude menée par Coles et coll., 1985 dénonce un risque modéré de séquelles au niveau de l'oreille du praticien. Cependant, certains peuvent se plaindre de bourdonnements, acouphènes, voir modification du seuil de l'audition<sup>36</sup>. En 1976, Möller, cité par Trenter et Walmsley en 2003, a étudié les effets des ultrasons sur l'audition. Sur vingt personnes soumises aux ultrasons pendant 5 minutes, 50% présentent un changement temporaire de l'audition<sup>37</sup>.

---

<sup>34</sup> Van der Weijden, Aidan, et Gregoire, *Le monde fascinant des ultrasons*.

<sup>35</sup> Gagnot, Darcel, et Michel, « Traitement ultrasonique des poches parodontales : une nouvelle approche raisonnée ».

<sup>36</sup> Coles et Hoare, « Noise-induced hearing loss and the dentist ».

<sup>37</sup> Trenter et Walmsley, « Ultrasonic dental scaler ».

En 1998, Setcos et Mahyuddin ont étudié le niveau sonore maximal de quatre cabinets dentaires. La plus grande intensité sonore, soit 95dB, a été produite par un détartreur lors du contact de l'insert avec la surface dentaire. Il faut rappeler que le seuil nocif est de 80 dB<sup>38</sup>.

En effet, suite à une exposition prolongée, les ultrasons peuvent entraîner une fatigue auditive ce qui leur permet d'atteindre l'oreille interne et abimer les cellules ciliées de la cochlée.

Ainsi, pour prévenir ce risque professionnel on conseil l'utilisation de protections spécifiques anti bruit. Ces protections auditives sont des embouts sur mesure, équipés de filtres acoustiques. Le rôle est de limiter les sons de seuil élevé de façon calibrée et mesurée. Cependant, les sons utiles restent toujours perçus. (Figure 27).

Il est indispensable de demander aux patients porteurs de prothèses auditives de les éteindre afin de ne pas avoir de « feed-back acoustique » (Van Der Weijden, 2007)<sup>39</sup>.

Figure 27 : Protection anti-bruit EP2 industrie



Source : EP2 industrie, Catalogue, 2017

### 2.1.3.2 Altération sensation tactile de l'opérateur :

En 1982, Lundstrom et Lindmark, ont décrit lors de l'utilisation d'instruments pneumatiques, une perte de sensibilité tactile. Les vibrations de grande amplitude passaient au niveau des doigts, entraînant le phénomène de « doigts blancs » suite à une réduction de l'apport sanguin<sup>40</sup>. En 1993, Burke et Jacques, ont comparé une soixantaine de dentistes à un groupe témoin. Ils en ont conclu que les dentistes

---

<sup>38</sup> Setcos et Mahyuddin, « Noise levels encountered in dental clinical and laboratory practice. »

<sup>39</sup> Van der Weijden, Aidan, et Gregoire, *Le monde fascinant des ultrasons*.

<sup>40</sup> Lundström et Lindmark, « Effects of local vibration on tactile perception in the hands of dentists ».

soumis aux vibrations ultrasoniques sont susceptibles de présenter une réduction de la sensibilité tactile. Cette diminution des performances digitales peut être liée au ralentissement du débit sanguin au niveau des doigts, entraînant des séquelles au niveau des fibres myélinisées et non myélinisées du système nerveux. Ainsi, il est recommandé d'utiliser quotidiennement au maximum 1h15 les instruments ultrasoniques pour de limiter ce type de risque professionnel.<sup>41</sup>

### 2.1.3.3 Au niveau tissulaire

Une utilisation à forte puissance, allonge l'amplitude de vibration de l'insert et amplifie la percussion, pouvant ainsi causer une destruction tissulaire par échauffement de l'insert. Cette augmentation de température peut créer des altérations au niveau de la pulpe et de la dentine.

Elle peut être liée à de nombreux paramètres tels que :

- Le débit du fluide d'irrigation : avec une irrigation de 30mL/min l'échauffement sera de 5°C .<sup>42</sup>
- Une source de chaleur provoquée par le contact de la dent avec l'insert.
- L'énergie acoustique créée par les ultrasons et transmise à la dent génère une élévation de la température de 2°C.

Ainsi, une élévation de la température peut augmenter les risques de brûlures, d'altération tissulaire et de douleur.

### 2.1.3.4 La bactériémie

L'utilisation de l'insert ultrasonique au contact de la dent forme un aérosol. De nombreuses bactéries sont retrouvées en suspension dans l'air, ce qui va augmenter le risque de contamination entre les patients et les opérateurs. En raison de l'effet aérosol, les patients immunodéprimés acquis ou congénital et ceux à haut risque d'endocardite infectieuse (cardiopathie congénitale cyanogène, les

---

<sup>41</sup> Poblete-Michel et Michel, *Les applications chirurgicales des ultrasons*.

<sup>42</sup> Kocher et Plagman, « Root debridement of molars with furcation involvement using diamond-coated sonic scaler inserts during flap surgery-pilot study. »

porteurs de prothèse valvulaire, avec antécédent d'endocardite infectieuse) doivent, selon les recommandations de **L'AFFSSAPS, 2011**, prendre une antibioprophylaxie une heure avant l'acte.

### 3. Cas Clinique d'une thérapeutique parodontale non chirurgicale

---

Les maladies parodontales sont l'ensemble de modifications inflammatoires et de destructions affectant les tissus parodontaux. Elles sont classées selon la classification de l'American Academy of Periodontology (Armitage 1999. Development of a classification system for periodontal diseases and conditions) (voir annexe).

On distingue :

- La gingivite : lésion réversible des tissus parodontaux superficiels d'origine bactérienne sans altération de l'attache parodontale. Une diminution de l'inflammation est observée lorsque le facteur bactériologique est réduit.
- La parodontite : atteinte de l'ensemble des tissus parodontaux superficiels et profonds (gencive, cément, os et desmodonte) aboutissant à une perte d'attache.

Illustration clinique :

Monsieur D, âgé de 37 ans, vient consulter pour un problème de « déchaussement » et souhaite réaliser un traitement orthodontique. Il est en bonne santé générale, non-fumeur avec des antécédents familiaux de maladie parodontale (mère et frère).

A l'examen clinique (Figure 28), on observe une inflammation gingivale généralisée papillaire, marginale et palatine. Les papilles ont perdu leur feston et la gencive à un aspect lisse rouge violacée. Présence de saignements au sondage.

Au niveau dentaire, de la plaque, des spicules de tartre et des diastèmes antérieurs sont présents.

A l'examen radiologique on observe, une alvéolyse horizontale, au niveau de plus de 30% des sites, atteignant entre le 1/3 et les 2/3 de la hauteur radiculaire, des racines dentaires longues, une hauteur importante du tronc radiculaire, ainsi que la présence des spicules de tartres. (Figure 29)

De plus une inadéquation entre la quantité des dépôts microbiens et la sévérité de la destruction est notable.

Le diagnostic :

Patient de 37 ans en bonne santé générale avec des antécédents connus, présente une parodontite agressive généralisée modérée. Elle est caractérisée par des destructions tissulaires rapides et

cliniquement par une inflammation gingivale généralisée modérée, la présence de diastèmes secondaires et de migrations dentaires. Radiologiquement, par une alvéolyse horizontale généralisée.

Figure 28 : Situation clinique initiale de Mr.D



Source : Auteur, photo patient, 2018

Figure 29 : Radiographie panoramique de Mr.D



Source : Auteur, 2018

### 3.1 Éducation thérapeutique et évaluation de la charge bactérienne

Il est fondamental de faire comprendre au patient qu'il est le principal acteur de sa pathologie. Notre rôle est de l'aider à acquérir et maintenir les compétences nécessaires afin qu'il puisse vivre avec. Pour cela il faut communiquer avec le patient, lui donner des informations sur sa pathologie et son étiologie, elles doivent être adaptées à son état physique et psychologique. L'objectif principal est d'obtenir sa coopération, sa motivation ainsi que sa compréhension (la méthode de reformulation « teach back » peut être utilisée).

La thérapeutique étiologique, se fait par un enseignement à l'hygiène orale. Après avoir expliqué au patient l'étiopathogénie de la maladie parodontale, il lui est prescrit du matériel d'hygiène adapté et personnalisé. A la séance suivante, une démonstration de la technique d'hygiène au fauteuil sera faite.

- La brosse à dent a pour rôle d'éliminer la plaque vestibulaire, linguale et palatine. Elle peut être manuelle ou électrique selon la dextérité du patient. Expliquer la méthode de brossage (par exemple Technique de Stillmann pour le brossage manuel) d'une durée de 2 à 3 minutes environ.
- Les brossettes inter-dentaires sont préconisées pour éliminer la plaque entre les dents. Il est nécessaire de les calibrer afin qu'elles frottent, sans forcer ni flotter, au niveau des parois dentaires et de la gencive. Sur la photo de la Figure 30, les brossettes de droite sont plus grosses et plus adaptées à la situation contrairement à celles de gauche.
- Le fil de soie a pour rôle d'éliminer les aliments au niveau du point de contact. Cependant son action n'est pas efficace contre la plaque dentaire. Dans les cas des maladies parodontales, la brossette va mieux nettoyer l'espace interdentaire contrairement au fil (généralement trop fin pour l'espace considéré).
- Le dentifrice doit être non abrasif, non astringent, agréable et riche en fluorure.

Dans un second temps, une fois que la quantité de plaque est contrôlée par le patient, le praticien élimine les facteurs de rétention de plaque. Le détartrage va permettre d'éliminer le tartre supra et légèrement sous gingival grâce à une instrumentation ultrasonique. Les surfaces détartrées vont être polies avec de la pâte à polir à l'aide d'une cupule en caoutchouc montée sur contre angle à basse vitesse.

Figure 30 : Exemple de calibrage et prescription des brossettes interdentaires



Source : Auteur, 2018

### 3.2 Le traitement non chirurgical des poches

Il est important d'évaluer l'observance du patient et sa motivation (faire un contrôle de plaque, discuter avec lui de son hygiène dentaire...). Au niveau tissulaire vérifier la diminution de l'inflammation, mesurer la profondeur des poches par sondage (pour cela le terrain doit être non inflammatoire et sans tartre).

Dans les poches de profondeur supérieures à 3 millimètres, l'objectif est d'éliminer les bactéries en suspension adhérentes au ciment (celui-ci non infiltré), autrement dit microflore de la surface radiculaire et de la poche. Ainsi, le débridement sous gingival permet à la surface radiculaire d'être biocompatible à une réparation de l'attache, se manifestant cliniquement par une réattache tissulaire permettant la diminution de la profondeur de poche.

Illustration clinique :

Deux semaines après le premier détartrage, le patient est toujours compliant et motivé. L'étude du sondage, de la radiographie (ici une simple panoramique), le nombre de sites et leur sévérité vont déterminer la planification des débridements. Au niveau tissulaire l'inflammation a diminué grâce au détartrage et à la bonne hygiène bucco-dentaire du patient. Au sondage, la profondeur des poches est supérieure à 3 millimètres (telle que 9 millimètres de profondeur en distal de la 12) (Figure 31). Ainsi, le praticien va réaliser un débridement global en insistant au niveau des poches profondes.

Après avoir désinfecté la cavité buccale à l'aide d'un bain de bouche à la chlorexidine, il débride les surfaces radiculaires via un système ultrasonique branché sur un générateur externe. Les inserts utilisés sont les micro-curettes H4 Satelec-Acteon®, leur angulation permet de descendre le long de la racine et d'accéder aux zones complexes, tout cela en éliminant le moins de ciment possible (Figure 32). Le tartre va se détacher grâce aux différentes positions de l'insert, par martèlement et demi martèlement. Le générateur externe permet de profiter d'une irrigation goutte à goutte continue au bout de l'insert, favorisant la désinfection de la surface. Le travail est fait sans analgésie car ces micro-inserts travaillent à de faibles amplitudes réduisant les sensibilités pour le patient.

Figure 31 : Premier sondage des poches parodontales de Mr.D



Source : Auteur, 2018

Figure 32 : Exemple d'adaptation du mouvement de l'insert en fonction des dépôts à éliminer



Source : Auteur, 2018

### 3.3 Réévaluations

Dans un premier temps, la phase de réévaluation se fait vers 6 à 8 semaines après le traitement non chirurgical des poches. Ce délai correspond au temps de cicatrisation tissulaire. Dans un second temps, la cicatrisation osseuse a lieu vers 3 à 6 mois, c'est à partir de cette période que la question d'une intervention chirurgicale peut se poser.

Les réévaluations c'est aussi, le contrôle de plaque (il faut vérifier que le patient arrive toujours à nettoyer et avec une bonne méthode de brossage), l'évaluation de sa compliance et l'aspect clinique de l'ensemble des tissus.

Illustration clinique :

Lors de la première phase de réévaluation, soit 6 semaines après le dernier débridement, l'observance du patient est toujours bonne.

Cliniquement, au niveau tissulaire une diminution de l'inflammation, des saignements et de l'œdème sont très visibles. De plus, le sondage indique une diminution de la profondeur de poche (avec 3 millimètres en distal de la 11), ceci grâce à la rétraction tissulaire en cervical et au gain d'attache à la base de la poche. Certaines poches résiduelles persistent, notamment en vestibulaire de la 41 où un spicule de tartre résiduel n'a pas été retiré lors de la thérapeutique mais celui-ci sera éliminé dans la séance. Le traitement orthodontique peut alors débuter. (Figure 33)

Figure 33 : réévaluation à 6 semaines de Mr. D



Source : Auteur, 2018

### 3.4 Les phases de maintenance

Les phases de maintenance font parties du suivi thérapeutique du patient et permettent de maintenir ou rétablir l'équilibre entre les facteurs pathogènes et la résistance de l'hôte.

Illustration clinique :

A partir du traitement orthodontique, le patient doit venir en maintenance parodontale toutes les six semaines. En effet, une inflammation est induite par le traitement pour déplacer les dents, de plus le brossage n'est pas facilité par la présence du multi attaches ainsi il y a un risque de reprise de la perte d'attache.

Six semaines plus tard (Figure 34), le parodonte s'est épaissi et le spicule de tartre sérique présent en regard de la 41 a été éliminé au cours de la maintenance.

Après le traitement orthodontique, il sera revu tous les 3 mois, puis s'il y a amélioration de la situation il reviendra en maintenance tous les 4 puis 6 mois.

Figure 34 : Réévaluation à six semaines de Mr.D



Source : Auteur, 2018

## Conclusion

---

Les thérapeutiques parodontales non chirurgicales sont essentielles pour réduire l'inflammation gingivale, diminuer la profondeur des poches et améliorer la qualité de vie du patient. Cependant, le manque de maîtrise de la technologie ultrasonique par le praticien et l'insuffisance de coopération du patient sont des freins au succès de cette technique.

Parmi toutes les solutions ultrasoniques proposées dans le monde riche et fascinant des ultrasons, il faut choisir la solution la plus adaptée à la situation clinique. Comme démontré précédemment, à partir de l'ensemble des données, il apparaît que les micro-curettes permettent d'obtenir un travail très efficace et moins douloureux pour le patient avec des amplitudes plus faibles par rapport aux autres micro-inserts. Ils semblent aujourd'hui être les inserts de choix. D'une part, leur angulation permet de descendre le long de la racine, d'autre part ils permettent d'accéder aux zones complexes, tout cela en éliminant le moins de ciment possible.

L'intérêt d'utiliser ces inserts sur générateur est de profiter d'une irrigation externe et d'obtenir un goutte à goutte continu, permettant une cavitation et une irrigation suffisante au bout de l'insert.

Afin de potentialiser l'effet du générateur et de l'insert choisi, le praticien doit travailler à puissance minimale et laisser vibrer l'insert avec le moins de pression possible.

## Bibliographie

---

Adriaens, P., C. Edwards, et W. Loesche. « Ultrastructural observations on bacterial invasion in cementum and radicular dentin of periodontally diseased human teeth ». *Journal of periodontology* 59, n° 8 (1988): 493–503.

Alves, R.V., L. Machion, M. Casati, F. Nociti Júnior, A. Sallum, et E. Sallum. « Attachment loss after scaling and root planing with different instruments. a clinical study ». *Journal of clinical periodontology* 31, n° 1 (2004): 12-15.

Arbeille, P., et S. Herault. « Généralités sur les mécanismes physiques des effets biologiques des ultrasons ». *Journal d'échographie et de médecine ultra-sonore* 18, n° 5 (1997): 306-14.

Blanc, G. « Les appareils à ultrasons et les soins dentaires », *Le fil dentaire* n°31 (2008) : 42-4.  
<https://www.lefildentaire.com/articles/pratique/ergonomie-materiel/les-appareils-a-ultrasons-et-les-soins-dentaires/>.

Brennen, C. *Cavitation and bubble dynamics*. New York : Cambridge university press, 2014.

Coles, R. R., et N. W. Hoare. « Noise-induced hearing loss and the dentist ». *British dental journal* 159, n° 7 (1985): 209-18.

Franc, J.-P., F. Avellan, et B. Belahadji. *La cavitation : mécanismes physiques et aspects industriels*. Grenoble: Presses universitaires de Grenoble, 1995.

Gagnot, G., J. Darcel, et J.F Michel. « Traitement ultrasonique des poches parodontales : une nouvelle approche raisonnée ». *Information dentaire* 80, n° 14 (1998): 1039-46.

Gagnot, G., M. Guigand, O. Izambert, et M.-G. Poblete-Michel. *Les ultrasons en odontologie : applications thérapeutiques*. Paris: Éditions CdP, 2008.

Gonçalves, P., L. Lima, E. Sallum, M. Casati, et F. Nociti. « Root cementum may modulate gene expression during periodontal regeneration: a preliminary study in humans ». *Journal of periodontology* 79, n° 2 (2008): 323–31.

Holbrook, W. P., K. F. Muir, I. T. Macphee, et P. W. Ross. « Bacteriological investigation of the aerosol from ultrasonic sealers. » *British dental journal* 144, n° 8 (1978): 245-47.  
<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19782703491>.

Jones, W. « The effectiveness of in vivo root planing in removing bacterial endotoxin from the roots of periodontally involved teeth ». *Journal of periodontology* 49, n° 7 (1978): 337–42.

Junge, L., C. D. Ohl, B. Wolfrum, M. Arora, et R. Ikin. « Cell detachment method using shock-wave–

induced cavitation ». *Ultrasound in Medicine and Biology* 29, n° 12 (2003): 1769-76.  
<https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2003.08.010>.

Kocher, T., et H. Plagman. « Root debridement of molars with furcation involvement using diamond-coated sonic scaler inserts during flap surgery-pilot study. » 26 (1999): 525-30.

Lecoffre, Y. *La cavitation : traqueurs de bulles*. Paris: Hermès, 1994.

Leighton, T. G. *The acoustic bubble*. London : Academic Press, 1994.

Lohse, D. « Bubble puzzles ». *Physics today* 56, n° 2 (2003): 36-41.

Lundström, R., et A. Lindmark. « Effects of local vibration on tactile perception in the hands of dentists ». *Journal of low frequency noise, vibration and active control* 1, n° 1 (1982): 1-11.

Mason, T., et D. Peters. *Practical sonochemistry : Power ultrasound uses and applications*. 2nd ed. Chichester: Horwood publishing, 2002.

Nicoll, B. K., et R. J. Peters. « Heat generation during ultrasonic instrumentation of dentin as affected by different irrigation methods ». *Journal of periodontology* 69, n° 8 (1998): 884-88.  
<https://doi.org/10.1902/jop.1998.69.8.884>.

Poblete-Michel, M.G., et J.F Michel. *Les applications chirurgicales des ultrasons*. Paris : Quintessence international. 2008.

Prosperetti, A. « Bubbles ». *Physics of fluids* 16, n° 1852: 2004. <https://doi.org/10.1063/1.1695308>

Renvert, S., R. Nilvéus, G. Dahlén, J. Slots, et J. Egelberg. « 5-year follow up of periodontal intraosseous defects treated by root planing or flap surgery ». *Journal of clinical periodontology* 17, n° 6 (1990): 356-63.

Roy, R. A., M. Ahmad, et L. A. Crum. « Physical mechanisms governing the hydrodynamic response of an oscillating ultrasonic file ». *International endodontic journal* 27, n° 4 (1994): 197-207.

Setcos, J., et A. Mahyuddin. « Noise levels encountered in dental clinical and laboratory practice. » *International journal of prosthodontics* 11, n° 2 (1998).

Suppipat, N. « Ultrasonics in periodontics ». *Journal of clinical periodontology* 1, n° 4 (1974): 206-13.  
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1600-051X.1974.tb01259.x/full>.

Timmerman, M. F., L. Menso, J. Steinfort, A. J. van Winkelhoff, et G. A. van der Weijden. « Atmospheric contamination during ultrasonic scaling ». *Journal of clinical periodontology* 31, n° 6 (2004): 458-62.  
<https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2004.00511.x>.

Trenter, S. C., et A. D. Walmsley. « Ultrasonic dental scaler : associated hazards ». *Journal of clinical periodontology* 30, n° 2 (2003): 95-101. <https://doi.org/10.1034/j.1600-051X.2003.00276.x>.

Van der Weijden, F., Nadine Aidan, et R. Gregoire. *Le monde fascinant des ultrasons*. Paris : Quintessence international, 2007.

Walmsley, A. D., W. R. Laird, et A. R. Williams. « Dental plaque removal by cavitation activity during ultrasonic scaling ». *Journal of clinical periodontology* 15, n° 9 (1988): 539-43.

## Table des figures

---

Figure 1 : La propagation du son .....	3
Figure 2 : Représentation des fréquences sonores.....	4
Figure 3 : Représentation schématique des deux types d’ondes :.....	5
Figure 4 : Section sagittale schématique d’une pièce à main sonore .....	7
Figure 5 : Système pneumatique : mouvement de l’insert.....	8
Figure 6 : Section sagittale d’une pièce à main piézoélectrique .....	11
Figure 7 : Section sagittale d’une pièce à main magnétostrictive.....	12
Figure 8 : Schémas représentant la relation pression-température.....	14
Figure 9 : La cavitation.....	15
Figure 10 : Seuil de cavitation en fonction de la fréquence et du diamètre initial des bulles de gaz...	17
Figure 11 : Érosion liée aux bulles de cavitation sur les pales d’une hélice .....	18
Figure 12 : Bactéries sectionnées au microscope électronique à balayage.....	19
Figure 13 : production d’un nuage d’aérosol .....	21
Figure 14 : Le réglage du débit et de la puissance pour un effet de goutte à goutte .....	21
Figure 15 : Action du balayage. ....	23
Figure 16 : Action du martèlement. ....	24
Figure 17 : Insert rond 10P Satelec-Acteon® .....	26
Figure 18 : Insert profilé plat 10K Satelec-Acteon® .....	27
Figure 19 : Micro-curettes droites : type H3 Satelec-Acteon® .....	29
Figure 20 : Les micro-curettes orientées : type H4 Satelec-Acteon® .....	29
Figure 21 : Micro insert rond droit TK1-1S Satelec-Acteon® .....	32
Figure 22 : Micro insert rond orienté de grand rayon : TK2-1L Satelec-Acteon® .....	32
Figure 23 : Micro insert rond orienté petit rayon : insert P2L Satelec-Acteon® .....	33
Figure 24 : insert diamanté : H2 Satelec-Acteon® .....	34
Figure 25 : Pièce à main tenue en stylo et en pinceau.....	36
Figure 26 : Générateur NEWTRON ACTEON.....	37
Figure 27 : Protection anti-bruit EP2 industrie.....	39
Figure 28 : Situation clinique initiale de Mr.D.....	43
Figure 29 : Radiographie panoramique de Mr.D.....	43
Figure 30 : Exemple de calibrage et prescription des brossettes interdentaires.....	45
Figure 31 : Premier sondage des poches parodontales de Mr.D .....	46

Figure 32 : Exemple d'adaptation du mouvement de l'insert en fonction des dépôts à éliminer.....	47
Figure 33 : réévaluation à 6 semaines de Mr. D.....	48
Figure 34 : Réévaluation à six semaines de Mr.D.....	49

## Table des tableaux

---

Tableau 1 : Les fréquences sonores .....	4
Tableau 2 : Avantages et inconvénients du système pneumatique.....	8
Tableau 3 : Avantages et inconvénients du système piézoélectrique .....	11
Tableau 4 : Avantages et inconvénients du système magnétostrictif.....	13
Tableau 5 : Distances parcourues par l'extrémité de l'insert (m/s) .....	23

# Annexe

---

Annexe 1 :

## Classification des maladies parodontales adaptée de Armitage, 1999

### **I MALADIE GINGIVALE**

#### **A-maladie gingivale induite par la plaque**

##### **1 gingivite associée avec la plaque uniquement**

- a) sans facteurs locaux
- b) avec facteurs locaux (voir VIII A)

##### **2 maladie gingivale associée à des facteurs systémiques**

- a) Associée à des modifications endocriniennes
  - 1) gingivite de la puberté
  - 2) gingivite associée aux cycles menstruels
  - 3) gingivite au cours de la grossesse
  - gingivite, granulome pyogénique
  - 4) gingivites et diabète sucré
- b) Associée à un trouble de la crase sanguine : leucémie, autres troubles

##### **3 maladie gingivale et médicaments**

- 1) hypertrophie gingivale induite par les médicaments
- 2) gingivite aggravée par les médicaments : contraceptifs oraux et gingivite, autres médicaments

##### **4 gingivites et malnutritions**

- a) gingivite et carence en acide ascorbique
- b) autres

#### **B-lésion gingivale non induite par la plaque**

##### **1 pathologie gingivale liée à une bactérie spécifique** *Neisseria gonorrhoea, Treponema pallidum, Streptocoques*

##### **2 maladie gingivale d'origine virale**

- a) infections à herpes virus  
gingivostomatite lors de la primo -infection à herpes virus,  
herpes buccal récidivant, varicelle –zona
- c) autres

##### **3 maladie gingivale d'origine fongique**

- a) infection à candida : candidose gingivale généralisée
- b) érythème gingival linéaire
- c) histoplasmose
- d) autres

##### **4 lésions gingivales d'origine génétique**

- a) gingivite au cours des fibromatoses

Vu, le Directeur de thèse

Vu, le Doyen de la Faculté de Chirurgie dentaire  
de l'Université Paris Descartes

Docteur Matthias RZEZNIK

Professeur Louis MAMAN

Vu, le Président de l'Université Paris Descartes

Professeur Frédéric DARDEL

Pour le Président et par délégation,

Le Doyen Louis MAMAN



# **Les technologies ultrasoniques et leurs applications en parodontie médicale**

## **Résumé :**

Depuis un demi-siècle, la technologie ultrasonique est au service de la dentisterie et connaît une évolution permanente grâce au progrès de la science.

Initialement utilisé comme « détartréur à ultrason », le système ultrasonique connaît désormais des utilisations diverses et variées dans différentes disciplines odontologiques telles que la chirurgie, la parodontologie et l'endodontie.

Cependant, nous pouvons constater que la révolution ultrasonique n'est pas encore parfaitement maîtrisée par les opérateurs. Or, le succès de cette technique est principalement lié à une parfaite connaissance de son fonctionnement.

Dans un premier temps, nous allons étudier les différents systèmes ultrasoniques et leur vibration pour ensuite nous pencher sur les grandes familles d'inserts à notre disposition dans le domaine de la parodontie médicale.

## **Discipline :**

Parodontologie

## **Mots clés fMesh et Rameau :**

Maladies parodontales -- thérapie -- Dissertations universitaires ; Détartrage dentaire -- méthodes -- Dissertations universitaires ; Cavitation -- Thèses et écrits académiques ; Ultrasons en dentisterie -- Thèses et écrits académiques

Université Paris Descartes  
Faculté de Chirurgie dentaire  
1, rue Maurice Arnoux  
92120 Montrouge