

INSTRUMENT ENDODONTIQUE POUR L'ALEPAGE DE CANAUX RADICULAIRES

Domaine technique

- 5 La présente invention concerne un instrument endodontique, pour la préparation d'une dent d'un patient, notamment un instrument de nettoyage du canal radiculaire qui respecte la géométrie naturelle dudit canal, ledit instrument étant réalisé en un matériau à mémoire de forme et ayant un état statique et un état dynamique, ledit état statique correspondant à une géométrie sensiblement
- 10 rectiligne pour permettre l'introduction partielle de l'instrument dans le canal et ledit état dynamique correspondant à une géométrie structurée, une tenue souple et flexible, dans lequel il est entraîné en rotation pour effectuer le nettoyage de la paroi intérieure dudit canal radiculaire en respectant sa géométrie naturelle, ledit instrument présentant un embout rigide agencé pour
- 15 être monté sur un support tournant, et un secteur de travail agencé pour être engagé dans ledit canal radiculaire.

Technique antérieure

- Le nettoyage et la mise en forme des canaux radiculaires d'une dent en vue de
- 20 recevoir des substances d'obturation s'effectuent habituellement au moyen d'instruments d'alésage ayant une partie active, dite partie de travail, qui a pour but de façonner, de tailler et de nettoyer les parois intérieures du canal radiculaire pour le préparer à recevoir les matériaux de traitement puis une matière d'obturation afin d'éviter tout apport d'oxygène susceptible de permettre
- 25 un développement bactérien dans la dent et notamment à proximité de la racine.

- Ce type d'instrument d'alésage de canaux radiculaires comporte habituellement une partie active, dite tronçon de coupe, ayant une enveloppe conique et une
- 30 ou plusieurs arêtes de coupe enroulées en hélice le long de ladite partie active. Ces instruments ont tendance à « tailler » les parois du canal, c'est-à-dire à entailler la dentine sans tenir vraiment compte de la forme naturelle du canal,

en respectant la trajectoire canalaire. Or, des études récentes démontrent qu'il est déconseillé d'entamer la dentine, parce que cette démarche a pour conséquence d'affaiblir la dent. Les endodontistes les plus performants essayent de respecter ces directives et tentent de trouver des instruments
5 rotatifs qui sont conçus pour leur permettre de suivre le canal radiculaire et de nettoyer intégralement ses parois quel que soit le profil et la morphologie générale dudit canal, sachant que celle-ci varie d'un individu à l'autre. On sait d'une part que le profil des canaux radiculaires est extrêmement varié selon les patients, que ces canaux ont fréquemment une section transversale ovale
10 irrégulière sur leur longueur et qu'ils peuvent présenter un ou plusieurs rétrécissements et des secteurs incurvés.

Or pratiquement tous les instruments endodontiques actuels pour l'alésage d'un canal radiculaire sont a priori rectilignes, même si certains présentent une
15 certaine souplesse qui leur permet de s'adapter plus ou moins au profil longitudinal du canal radiculaire. Toutefois, cette souplesse ne permet pas de garantir un nettoyage efficace de la totalité de la paroi, si cette dernière présente des variations de courbure et de section. En outre, l'enveloppe inscrite de l'espace balayé par un instrument classique entraîné en rotation autour de
20 son axe longitudinal, est quasiment cylindrique ou conique en raison de la géométrie à symétrie axiale de cet instrument, de sorte que les parois d'un canal radiculaire de section ovale ne peuvent pas être balayées par un instrument unique, mais obligatoirement par une suite d'instruments dont les sections sont évolutives. Le praticien est par conséquent obligé de changer
25 d'instruments en cours d'intervention, en commençant par des diamètres faibles et progressivement plus grands, ce qui est fastidieux et de surcroît ne garantit pas que le nettoyage des parois soit effectué efficacement sans une agression dommageable de la dentine.

30 La quasi totalité des instruments d'alésage des canaux radiculaires actuellement commercialisés ne répond pas aux exigences de nombreux praticiens, d'une part, parce qu'ils ne correspondent pas à la morphologie

canalaire et, d'autre part, parce qu'ils comportent plusieurs arêtes de coupe qui taillent et fraisent la dentine des parois du canal, au lieu de simplement suivre son profil pour en nettoyer la surface. En outre leur rigidité relative ne permet de fraiser que des orifices cylindriques ou coniques à chaque passage et même le
5 déplacement en translation le long de l'axe de rotation de l'instrument, parallèlement à lui-même, ne permet pas de nettoyer toutes les surfaces des parois, si celles-ci sont ovales avec des sections irrégulières et présentent des rétrécissements sur leur longueur.

10 Il existe donc un besoin pour des instruments d'un nouveau type qui satisfont les exigences des praticiens à savoir des instruments qui ont une souplesse suffisante pour suivre le profil du canal, pour s'appuyer sur toutes les rugosités et les inégalités des parois du canal et pour les frotter pour enlever le biofilm intérieur sans entamer la dentine.

15

La demande internationale WO 2012/079183 A1 décrit un instrument endodontique qui présente une forme rétractée à géométrie rectiligne lorsqu'il est en phase dite martensitique, en position de repos ou à l'état statique et une forme structurée lorsqu'il est en phase austénitique, en position de travail ou à
20 l'état dynamique, le passage de la phase dite martensitique dans la phase austénitique étant provoqué par une variation de température. A l'état dynamique, l'instrument présente une forme torsadée, vrillée présentant plusieurs torsades sur sa longueur, ces torsades pouvant ralentir et freiner la rotation de l'instrument qui subit des contraintes mécaniques importantes.

25

Exposé de l'invention

La présente invention se propose de réaliser un instrument qui répond à la totalité des exigences exprimées par les praticiens en matière de préparation des canaux radiculaires. Dans ce but cet instrument satisfaisant de façon
30 efficace les contraintes imposées pour effectuer la préparation d'un tel canal en suivant avec précision son profil, en nettoyant ses parois sans entamer par fraisage la dentine dans laquelle il est localisé, c'est-à-dire en grattant ses

parois pour détacher les matières molles qui constituent le biofilm sans entamer les matières osseuses plus dures appelées dentine. L'instrument selon l'invention est agencé pour mener à bien ces opérations quelle que soit la morphologie du canal, en particulier si ce canal présente en partie ou en totalité
5 une section ovale, s'il a ou non des rétrécissements sur sa longueur, s'il est sensiblement rectiligne ou incurvé avec des variations angulaires sur sa longueur et si ses parois sont régulières ou présentent des aspérités.

Cet objectif est atteint par l'instrument endodontique selon l'invention, tel que
10 défini en préambule et caractérisé en ce que dans l'état dynamique de l'instrument, ledit secteur de travail est constitué d'un premier segment actif sensiblement rectiligne, disposé dans le prolongement dudit embout rigide, ce premier segment actif étant prolongé par un deuxième segment actif ayant une extrémité libre et présentant une forme incurvée entre le point de liaison avec
15 ledit premier segment actif et une extrémité libre, ledit deuxième segment actif incurvé ayant une flèche dont la longueur est comprise entre la demi section transversale la plus grande dudit canal radiculaire et la demi section transversale la plus petite dudit canal radiculaire.

20 Différentes formes de réalisation sont envisagées, notamment avec une extrémité libre comportant un embout en forme de biseau, ayant un angle compris entre 30° et 60° et de préférence au moins approximativement égal à 90°, une extrémité libre comportant un embout en forme de queue d'aronde avec un angle d'ouverture angle se situant entre 60° et 30° et de préférence
25 voisin de 45°, une extrémité libre comporte un embout de forme évasée, présentant un élargissement est défini par un rayon (R1), ou présentant un élargissement est défini par un angle sensiblement compris entre 120° et 150°.

Selon un autre mode de réalisation il est réalisé en un alliage métallique à
30 mémoire de forme, dans lequel le passage de la phase martensitique à la phase austénitique s'effectue naturellement à la température du corps entre 32°C et 37°C.

Selon une variante il est réalisé en un alliage métallique à mémoire de forme, dans lequel le passage de la phase martensitique à la phase austénitique s'effectue par une élévation de température par injection d'un liquide chaud ou
5 par application de vibrations induites par des ultrasons.

Il peut être réalisé avantageusement en un alliage métallique ayant des propriétés de super élasticité acquises suite à un traitement thermique.

10 **Brève description des figures**

La présente invention et ses avantages seront mieux compris à la lecture de la description détaillée de formes de réalisation préférées de l'instrument, en référence aux dessins annexés donnés à titre indicatif et non limitatif, dans
lesquels :

15

la figure 1 représente l'instrument selon l'invention, représenté dans un état statique et engagé dans le canal radiculaire d'une dent à traiter,

20

la figure 2 représente l'instrument selon l'invention représenté dans un état dynamique et engagé dans le canal radiculaire d'une dent à traiter,

25

les figures 2A et 2B sont des vues en coupe transversale de la dent du patient respectivement selon un plan A-A et selon un plan B-B, parallèle au plan A-A, et disposés à des niveaux différents,

la figure 3 représente une vue similaire à celle de la figure 2, montrant l'instrument selon l'invention à l'état dynamique, engagé à l'intérieur d'un canal radiculaire, au cours d'une deuxième phase de traitement,

30 la figure 4 représente une vue similaire à celle de la figure 3, montrant l'instrument selon l'invention à l'état dynamique, engagé à l'intérieur d'un canal radiculaire, au cours d'une troisième phase de traitement,

les figures 5 et 6 représentent une première forme de réalisation de l'instrument selon l'invention, respectivement dans son état statique et son état dynamique,

la figure 7 représente une deuxième forme de réalisation de l'instrument selon l'invention, dans son état dynamique,

la figure 7A représente une vue de détail de l'extrémité de l'instrument de la figure 7,

la figure 8 représente une troisième forme de réalisation de l'instrument selon l'invention, dans son état dynamique,

la figure 8A représente une vue de détail de l'extrémité de l'instrument de la figure 8,

la figure 9 représente une deuxième forme de réalisation de l'instrument selon l'invention, dans son état dynamique, et

la figure 9A représente une vue de détail de l'extrémité de l'instrument de la figure 9.

Meilleures manières de réaliser l'invention

En référence aux figures, l'instrument endodontique 10 qui est conçu pour effectuer la préparation d'une dent 100 d'un patient dans le cadre d'un traitement de racine, est un instrument de nettoyage du ou d'un canal radiculaire 101 de la dent 100. Cet instrument 10 est, contrairement aux instruments connus pour effectuer une telle préparation, agencé pour nettoyer les parois intérieures de la cavité sans « fraiser » ou « aléser » le canal, mais pour suivre la trajectoire naturelle sans entamer la partie dure de la dent. Il est conçu pour avoir au moins un état statique illustré notamment par la figure 1 et un état dynamique illustré par la figure 2. On notera que dans son état statique, l'instrument a un profil sensiblement rectiligne et qu'il présente en outre une

grande souplesse ou flexibilité, ce qui lui permet d'être introduit facilement dans le canal radiculaire 101 de la dent 100. Dans son état dynamique, l'instrument présente un profil incurvé, avec au moins une courbure, ce qui lui permet de remplir sa mission de nettoyage des parois dudit canal radiculaire en balayant la surface intérieure des parois du canal radiculaire.

L'instrument endodontique 10 comporte un embout rigide 11 agencé pour être monté sur un support tournant 102 d'un appareil 103 appelé contre-angle, et un secteur de travail 12. Ledit secteur de travail comprend un tronçon d'extrémité libre 13, et il est agencé pour être engagé dans ledit canal radiculaire 101. Le secteur de travail 12 est constitué d'un premier segment actif 14 sensiblement rectiligne, disposé dans le prolongement dudit embout rigide 11, et d'un deuxième segment actif 15 comprenant ledit tronçon d'extrémité libre 13. Dans l'état statique, (voir Fig. 1) ledit deuxième segment actif 15 est sensiblement rectiligne et dans ledit état dynamique, (voir Fig. 2) ledit deuxième segment actif 15 présente une forme incurvée entre le point de liaison avec ledit premier segment actif 14 et ladite extrémité libre 13. La forme incurvée du segment actif 15 peut correspondre à un arc de cercle ou à tout autre profil approchant une forme d'arc de cercle, (voir notamment les figures 2 et 6) dont la flèche $\underline{d}$, est la distance entre le sommet S de l'arc à la droite qui relie ses deux extrémités M et N. Dans le cadre de la présente invention, la flèche $\underline{d}$ de cet arc, a une longueur qui est sensiblement comprise entre la moitié de la section transversale moyenne la plus petite $\underline{a}$ d'un canal radiculaire 101 et la moitié de la section la plus grande $\underline{b}$ de ce canal radiculaire lorsque ledit instrument 10 est dans son état dynamique.

La figure 2 représente l'instrument dans son état dynamique dans une première phase de traitement, lorsque le tronçon d'extrémité 13 est enfoncé jusqu'au bout du canal radiculaire 101. Lorsque l'instrument est mis en rotation, son tronçon d'extrémité balaye la zone la plus profonde du canal et nettoie les parois dans cette partie pour enlever les parties molles qui les tapissent, sans entamer la dentine. Au cours de la rotation, ces parties sont repoussées vers le

haut du canal pour être évacuées. On notera que cette opération s'effectue quelle que soit la largeur du canal, sa géométrie, ses dimensions transversales, la présence ou non d'aspérités grâce à la souplesse du tronçon d'extrémité 13 et à sa forme incurvée qui fouette la surface des parois.

5

Les figures 2A et 2B sont des vues en coupe, selon les plans A-A et B-B respectivement de la dent 100, montrant des sections ovales 101a et 101b d'un canal radiculaire 101 et des sections du segment actif 15 du secteur de travail 12. Le canal 101 pourrait bien entendu présenter des formes plus complexes, 10 telles qu'une section transversale en forme de C ou de S. En raison de la souplesse du secteur de travail, tous les types de canaux peuvent être traités, quelle que soit leur géométrie, de sorte qu'il est possible d'imaginer un profil de canal qui peut être considéré comme une référence, ayant une section transversale plus ou moins ovale, avec une dimension longitudinale qui est 15 sensiblement entre 1 et 10 fois plus grande que la section transversale correspondante.

L'instrument 10 est spécialement conçu pour traiter ce type de canaux radiculaires à section non circulaire sur au moins une partie de leur trajectoire 20 ou des canaux à profil complexe, présentant au moins une cassure ou déviation angulaire sur leur longueur. En effet, pour ces canaux plusieurs difficultés se présentent : l'introduction de l'instrument dans le canal sur toute sa longueur quelle que soit la complexité géométrique du canal, la mise en forme active du secteur de travail et le nettoyage efficace des parois du fait de la mise en 25 rotation libre, non ralentie ou freinée du secteur de travail. On a constaté que la forme décrite avec un tronçon incurvé unique disposé dans le prolongement d'un tronçon rectiligne, fournissait un maximum d'atouts pour l'exécution de la tâche imposée.

30 Les figures 3 et 4 représentent deux vues de l'instrument 10 représentant au cours de phases de traitement différentes, l'instrument ayant été déplacé le long du canal entre les deux opérations. En déplaçant l'instrument de cette

manière, l'opérateur peut balayer la totalité de la surface des parois du canal sur toute sa longueur.

L'instrument 10 est avantageusement réalisé en un alliage métallique du type à mémoire de forme, de sorte qu'il passe de son état statique illustré par la figure 1 dans son état dynamique illustré par la figure 2, grâce à une élévation de température. Il peut également présenter des caractéristiques de super élasticité, obtenues par le choix de l'alliage et par des traitements spécifiques, notamment des traitements thermiques.

D'une manière particulièrement avantageuse, lorsque l'instrument est du type à mémoire de forme, l'état statique est obtenu à la température ambiante, à savoir de l'ordre de 20°C et l'état dynamique est obtenu à la température du corps, à savoir de l'ordre de 32°C à 37°C. Cette augmentation de température peut être atteinte naturellement, après l'introduction du secteur de travail 12 dans le canal radiculaire 101 ou par un apport de chaleur extérieur, par exemple par une injection localisée d'un liquide chaud, un rayonnement ou suite à un échauffement par effet Joule.

Dans son état statique, l'instrument 10, au repos comme le montre la figure 5 ou au début de la procédure de travail, comme illustré par la figure 1, a un profil sensiblement rectiligne. Au moment de la mise en rotation, comme le montre la figure 2, par exemple accompagnée d'une irrigation par un liquide qui prend la température du corps, ce qui a pour effet de déclencher l'effet mémoire de forme, l'instrument reprend sa forme prédéfinie illustrée par la figure 6. C'est dans cet état que le secteur de travail 12 et plus précisément le deuxième segment actif 15 de l'instrument 10 prend appui sur les parois canalaires. Le deuxième segment actif 15 a une envergure ou flèche $\underline{d}$ de l'arc constitué par ledit segment actif 15. La flèche $\underline{d}$ est la distance qui sépare le sommet $\underline{S}$ de l'arc du segment $\underline{MN}$ qui relie les deux extrémités de l'arc, correspondant à la courbure du segment actif 15. La longueur de cette flèche est comprise entre la moitié de la section la plus petite $\underline{a}$ du canal radiculaire 101 et la moitié de la section la plus grande $\underline{b}$ de ce canal. De cette manière, du fait de la rotation de

l'instrument, ledit segment actif 15 agit comme un fouet qui frotte contre les parois du canal et enlève les parties molles qui peuvent en tapisser la surface. Sa fonction consiste à nettoyer la surface des parois quelle que soit leur géométrie.

- 5 L'instrument 10, s'il est du type à mémoire de forme, lorsqu'il est dans son état dynamique se trouve en phase austénitique à savoir très souple et élastique, ce qui lui permet de gratter la surface des parois du canal radiculaire 101. Le passage de l'un des états à un autre peut être lié à une variation de température ou à l'application de vibrations éventuellement induites par des
- 10 ultrasons. On notera que le deuxième segment actif 15 de l'instrument 10 touche la paroi canalaire quelle que soit la géométrie du canal. Cette spécificité est montrée en particulier par les figures 3 et 4 représentant l'instrument 10 en fonction à différents niveaux du canal. Quelle que soit l'étroitesse du canal ou la restriction du passage ou la section transversale du canal 101, le deuxième
- 15 segment actif 15 peut remplir sa mission de nettoyage de la surface des parois canalaire.

On notera que le deuxième segment actif 15 de l'instrument 10, constituant une partie du secteur de travail 12 comporte avantageusement un seul élément incurvé en forme d'arc, uniquement lorsque l'instrument est dans son état actif.

- 20 Dans son état passif, le deuxième segment actif 15 est sensiblement rectiligne.

- Durant la procédure d'utilisation, à savoir pendant que le segment actif 15 exerce sa fonction de nettoyage des parois canalaire, il est possible d'adapter, voire de réduire la force de « grattage » en injectant de l'irrigant à température ambiante avec une seringue. L'effet de refroidissement de cette action a pour
- 25 effet de transformer le NiTi de la phase austénitique à la phase martensitique ce qui aura pour effet de diminuer la force de « grattage » sur les parois canalaire.

Au bout d'un certain temps d'utilisation, l'effet super élastique se rétablira avec l'augmentation de température de l'irrigant provoquée par la température du

corps ou en raison de l'échauffement dû aux forces de frottement de l'instrument.

La figure 7 et la figure de détail 7A représentent une autre forme de réalisation de l'instrument 10, dans lequel le tronçon d'extrémité 13 comporte un embout 16 présentant un profil coupé en biseau, l'un angle du biseau se situant entre 60° et 30° et de préférence voisin de 45°. Cette section angulaire est avantagement tranchante et permet de couper, si nécessaire de la matière dans la zone d'extrémité du canal radiculaire.

La figure 8 et la figure de détail 8A représentent une autre forme de réalisation de l'instrument 10, dont le tronçon d'extrémité 13 comporte un embout 16 présentant un profil en queue d'aronde circulaire, disposé transversalement par rapport à l'axe de l'embout 16. Le profil en queue d'aronde a un angle d'ouverture angle se situant entre 60° et 30° et de préférence voisin de 45°. Comme précédemment, le profil, qui comporte deux bords tranchants, permet de couper, si nécessaire de la matière dans la zone d'extrémité du canal radiculaire.

La figure 9 et la figure de détail 9A représentent une variante de réalisation de l'instrument 10, dont le tronçon d'extrémité 13 comporte un embout 16 présentant un profil évasé. L'extrémité du profil évasé présente un élargissement défini par un rayon de courbure R1, l'angle d'ouverture de l'évasement est sensiblement compris entre 120° et 150°. Le bord du profil évasé est tranchant pour fournir un bord de coupe destiné le cas échéant à couper de la matière le long des parois du canal radiculaire.

Les différentes formes décrites ci-dessus ont pour fonction d'améliorer l'action de l'instrument, à savoir le nettoyage des parois. Les profils d'extrémités peuvent, dans certains cas être adaptés à des usinages spécifiques pour enlever de la matière le long des parois du canal radiculaire ou pour enlever le matériau de remplissage utilisé lors d'une intervention antérieure.

La présente invention n'est pas limitée aux formes de réalisation décrites, mais peut subir différentes modifications ou variantes évidentes pour l'homme du métier. En particulier d'autres matériaux pourraient être utilisés tel que certaines matières plastiques, ou des composés de matériaux synthétiques, des fibres, 5 notamment des fibres de carbone.