

⑪ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

⑪ N° de publication : **2 844 719**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)
⑫ N° d'enregistrement national : **02 11769**

⑤① Int Cl⁷ : A 61 N 1/30, A 61 C 19/06, A 61 K 7/135, 7/047,
D 06 L 3/00

⑫ **BREVET D'INVENTION** **B1**

⑤④ DISPOSITIF ELECTRO-CHIMIQUE POUR LE BLANCHIMENT D'UN CORPS.

②② Date de dépôt : 24.09.02.

③① Priorité :

⑥① Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : DURET FRANCOIS — FR.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 26.03.04 Bulletin 04/13.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 19.11.04 Bulletin 04/47.

⑦② Inventeur(s) : DURET FRANCOIS.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

⑦③ Titulaire(s) :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦④ Mandataire(s) : CABINET BREV&SUD.

FR 2 844 719 - B1



La présente invention a pour objet un nouveau dispositif de blanchiment des corps assurant leur intégrité structurale, applicable notamment dans les domaines industriel pour les tissus, le domaine médical pour les ongles et les poils et le domaine dentaire pour les dents, comportant un créateur de champ électrophorétique entraînant directement, ou par l'intermédiaire d'un produit électriquement actif, les molécules actives blanchissantes vers leurs cibles, les produits dégradés ou non responsables de la coloration vers l'extérieur et éventuellement une ou des molécules actives capables de reconstituer le corps ayant subi l'action des produits de blanchiment dans le corps diminuant ainsi toute dégradation à court ou moyen terme que pourraient provoquer les applications chimiques des produits actifs et le retrait des molécules colorantes et comportant aussi éventuellement une source thermique et/ou photonique activant ou accélérant l'activation des produits mis en œuvre pour le blanchiment, le tout sous le contrôle de capteur électrique ou colorimétrique.

Blanchir une dent, où plus exactement lui donner sa couleur naturelle d'origine, spécifique du patient, est un acte couramment pratiqué dans les cabinets dentaires depuis plus de 100 ans et très important pour l'équilibre psychologique de nos malades.

Une très bonne explication de cet acte esthétique a été donnée, et fait référence en la matière : le supplément spécial du JADA (Journal American Dental Assos.) d'avril 1997, n°128 (supplément) pp S1 à S64 intitulé « non restorative treatment of discolored teeth, reports for an international symposium » et résumant le congrès de Chapel Hill, North Carolina des 25 et 26 septembre 1996. Une actualisation peut être trouvée dans le CRA (Clinical research Associates newsletter) Volume 24, issue 4 de avril 2000 ou encore plus récemment dans "Incidence of tooth sensitivity after home whitening treatment" par Jorgensen and coll. JADA, Aout 2002, Vol. 133 pp 1076-1082.

Il n'est pas dans notre intention de revenir sur les propos très précis des auteurs mais de résumer ces travaux en soulignant qu'il existe aujourd'hui trois grandes méthodes de blanchiment utilisées dans les cabinets dentaires et médicaux :

- 1) Une méthode mécanique consistant à associer au détartrage des dents par des moyens mécaniques (manuel et ultrason) des pâtes abrasives de polissage.
- 2) Une méthode chimique, en général suivant la précédente, et consistant à appliquer sur la dent un produit capable de supprimer les dépôts superficiels comme ceux dus au thé ou au café. Ces produits sont souvent à base de carboxyde ou de peroxyde, à très faible concentration et peuvent être utilisés par le patient lui-même à domicile.
- 3) Une méthode chimique plus invasive et ayant des concentrations plus élevées de produit à base de peroxyde, nécessitant souvent l'intervention du chirurgien dentiste compte tenu des risques encourus par le patient s'il n'appliquait pas sa thérapeutique dans les règles de l'art dentaire et médical, et permettant de réduire la coloration des dents à l'intérieur de l'organe dentaire lui-même. Récemment cette méthode a été modifiée et réduite en action pour être utilisable par le patient lui-même à son domicile (home kit) sous le couvert d'un contrôle médical régulier.

Malheureusement et très rapidement les praticiens comme leurs patients se sont rendus compte que :

- 1) Le temps d'application était très élevé et nécessitait l'immobilisation du patient pendant plus de 5 mn par dent ou 20 mn par hémi-arcades.
- 2) Que de ce fait le coût de l'intervention était pénible et prohibitif !

C'est pour cette raison qu'il a été développé des produits réagissant plus rapidement en étant activés par la lumière ou la chaleur. Cette méthode permet de réduire par 4 le temps imparti à l'acte médical de blanchiment.

5

S'appuyant sur ces résultats prometteurs un certain nombre de produits dits photosensibles ont été mis sur le marché et utilisés abondamment avec succès depuis plus de 4 ans associant perborate et peroxyde d'hydrogène ou carbamide de peroxyde activé par la camphoroquinone elle-même photosensible entre 400 et 500 nm. Ces produits sont issus des techniques développées et présentées originellement par CORCORAN et ZILLICH (1974) et par RENNEBOOG (1989). Ces études mettent en évidence le rôle de la chaleur et du rayonnement apporté par les lampes halogènes dans l'activation des produits de blanchiment.

10

Il existe donc aujourd'hui sur le marché de nombreux produits de blanchiment utilisable directement par le patient chez lui ou applicable à plus forte concentration par les dentistes. Ces produits agissent directement ou après activation par la lumière ou la chaleur. Ils utilisent en grande majorité comme formule de base le peroxyde d'hydrogène à environ 35 % tel que l'avait décrit pour la première fois HALON en 1884.

15

Pour activer encore plus la réaction et diviser encore par deux le temps déjà considérablement réduit, il nous a été demandé de développer des lampes encore plus puissantes et c'est à cet effet que nous avons inventé et mis au point la lampe plasmétique à arc xénon Apollo 95^E en 1997 (DURET and Coll, brevets F1243 du 27/01/98 et F10270 du 07/08/98) qui comportait une fonction « blanchiment » et qui supposait une action de l'ordre de 30 secondes sur le produit placé au contact de la dent. Ce produit est souvent sous forme de gel maintenu dans une gouttière transparente. Un exemple type a été vendu longtemps sous le nom de « Apollo secret whitening kit » (DMDS Corp. Los Angeles , USA).

20

25

Certes les résultats obtenus ont été spectaculaires et de nombreux fabricants ont suivi notre invention. Pourtant nous nous sommes rendu compte que le procédé proposé, même s'il diminuait considérablement le temps, avait de nombreuses limites.

30

Nos études ont en effet montré que:

35

40

45

50

- 1) Avec certain produit l'action de la lampe, donc son efficacité, était non seulement due aux émissions photoniques mais aussi thermiques et c'est sous ces deux effets que ces produits étaient activés.
- 2) Le coût de ces lampes étant très élevé, le traitement restait relativement cher,
- 3) Ces méthodes nécessitant des concentrations élevées de peroxyde, elles empêchaient leur utilisation à domicile par le patient.
- 4) L'élévation thermique observée dans la dent était disproportionnée par rapport à l'activation du produit. et pouvait même être dangereuse si l'action était trop longue.
- 5) Il était impossible de contrôler correctement la valeur thermique au niveau même de la dent au risque de provoquer des désordres importants dans la santé de la pulpe dentaire elle-même. De plus le mouvement même de la main pouvait entraîner des variations de localisation du point d'impact lumineux ou thermique.
- 6) En remplaçant la lumière émise par les lampes à forte émission thermique comme les arcs xénon ou les lampes halogènes, par des lampes dites froides comme par exemple celles utilisant des LED telles que nous les avons inventées (brevets F1958 du 17/02/00 et F17330 du 29/12/00), nous supprimons l'effet thermique

donc permettions à l'opérateur d'augmenter sans risque son temps d'action pour activer les produits photosensibles mais parallèlement nous l'oblignons à nouveau à une longue exposition du fait de la suppression de la source de chaleur.

7) Si l'on utilise une lumière dispersée sur toute l'arcade (par exemple sous forme de gouttière lumineuse) le temps se trouve à nouveau diminué mais pas plus qu'en utilisant les fortes puissances.

8) Les doses mises en œuvre pour le traitement chez le dentiste (30% de peroxyde) comme chez le patient (8 – 10% de peroxyde) sont extrêmement élevées par rapport à l'objectif visé et explique les effets secondaires observés (douleurs dentaires au froid...).

9) Il existe de nombreuses récurrences car les molécules responsables de la coloration sont modifiées, voir coupées, mais jamais réellement évacuées du site. Le fait qu'elles subsistent permet la recombinaison de liaisons chimiques initiales expliquant la nécessité de retraiter suivant des périodes de plus en plus rapprochées.

10) Enfin l'action agressive du peroxyde au contact de la gencive oblige toujours le praticien comme le patient à de nombreuses précautions pour éviter les brûlures durant et après le traitement.

De plus à aucun moment nous ne résolvons un problème fondamental qui a justifié la mise en surveillance des produits de blanchiment et en particulier du peroxyde par toutes les commissions de sécurité dans le domaine de la santé de la CE à la FDA : quel est le degré de dégradation de la dent elle-même sous l'effet de ces produits, qu'ils soient appliqués massivement à haute dose, où, lentement à demeure chez le patient lui-même ? Les douleurs post opératoires sont-elles le résultat d'une dégradation de la dent telle que l'ont affirmé de nombreux auteurs ? Comment corriger certaines décalcifications significatives observées chez les patients après des traitements appliqués de manière erronée ?

En fin de compte s'il est possible au travers des techniques connues de permettre une action plus rapide des produits de blanchiment, il n'existe aucune méthode permettant de contrôler, à faible coût, l'activation des composants chimiques de blanchiment et de corriger la dégradation de la dent suite à leurs effets.

Plus grave encore est le devenir des molécules responsables de la coloration. En effet après un traitement essentiellement basé sur la division de grosses molécules colorées en plus petites, le résidu de cette réaction reste, avec l'agent actif, à l'intérieur de l'organe dentaire continuant sournoisement son effet et limitant significativement la pénétration du fluor ou du calcium.

En plus des conséquences de cet encombrement stérique, nous voyons bien que l'arrivée sur le site d'action intradentaire de la molécule de blanchiment se fait par pure perméabilité passive expliquant sans doute, sa faible pénétration, le temps mis pour permettre son action, l'absence de contrôle possible de la réaction par l'opérateur mais aussi une méconnaissance totale de sa concentration réelle dans la zone d'action, c'est à dire sur les molécules responsables de la coloration dans le tissu dentaire.

Enfin l'absence de référence objective et peu coûteuse du départ et du suivi de l'évolution du blanchiment de la dent rend parfaitement subjectif son estimation.

La présente invention a pour but de résoudre les inconvénients précités en proposant un ensemble complet de blanchiment composé d'un système électro-chimique, d'application

notamment dans les domaines dentaire et médical, permettant, grâce à la création d'un champ électrophorétique, une pénétration forte, rapide et directive des agents de blanchiment, leur retrait dans les mêmes conditions accompagnées des molécules responsables de la coloration et une pénétration efficace et contrôlée des agents stabilisateurs du cristal d'apatite, constituant de base de la dent, tel le fluor, mais aussi grâce à son système optique à base de lumière de permettre l'activation des produits de blanchiment photo-sensible en diminuant l'effet chaleur tout en augmentant l'effet photonique grâce à un choix de longueur d'onde se situant aux alentours de 400-500 nm et, enfin, grâce à un ensemble électro-optique le contrôle de l'évolution de la coloration par des méthodes objectives basées sur la spectrophotométrie.

La présente invention a pour but de répondre à ces problèmes en proposant une solution modulable, peu onéreuse et utilisable aussi bien dans un cabinet dentaire que, sous une forme simplifiée, chez le patient lui-même.

En particulier elle répond aux nombreux problèmes évoqués précédemment car:

- 1) Par les moyens mis en œuvre, le dispositif offre une source énergétique naturelle d'activation des composants responsables du blanchiment qui est l'effet ohm dû au passage du courant électrophorétique dans un gel, l'appoint apporté par des sources de chaleur électrique ou encore l'adjonction d'une émission photonique (LEDs).
- 2) Le coût d'un tel système, qui permet d'éviter l'utilisation des lampes, est extrêmement faible car une source électrophorétique n'est qu'une alimentation électrique. Ce coût devient très faible si on utilise la même alimentation pour une brosse à dent électrique et le dispositif de la présente invention.
- 3) Les moyens de contrôle de l'énergie électrophorétique, fournis par une alimentation simple semblable à une alimentation de brosse à dent électrique, permet son utilisation au domicile du patient. La communication par modem permet au dentiste de suivre l'évolution du traitement via Internet..
- 4) L'élévation thermique provoquée par le dispositif permet d'activer les molécules de blanchiment avant de les déplacer vers le centre de la dent.
- 5) La valeur thermique peut être totalement contrôlable grâce à un dispositif feed back indépendante de l'opérateur.
- 6) Si l'on utilise des LEDs, il n'est pas nécessaire d'augmenter le temps par rapport aux lampes à forte émission thermique car à l'effet photonique se joint l'effet thermique naturel accompagnant tout courant électrophorétique.
- 7) Les LEDs étant minuscules, elles peuvent être placées contre le site opératoire, évitant l'utilisation d'une lampe avec fibres, ce qui réduit considérablement le coût du dispositif.
- 8) Les doses mises en œuvre pour le traitement chez le dentiste comme à domicile sont très réduites pour un effet identique et très supérieur à doses égales car les molécules actives sont apportées sur le site coloré et les molécules responsables de cette coloration en sont évacuées par les courants électrophorétiques.
- 9) L'évacuation des molécules colorées hors de la dent réduit les récidives.
- 10) La diminution des doses pour un effet similaire permet de réduire les effets secondaires ou indésirables comme l'action caustique sur la gencive.

A cet effet, la présente invention concerne un dispositif d'activation de molécules réactives responsables du blanchiment et l'amplification sélective de leurs mouvements vers l'intérieur de la dent, du mouvement inverse des produits résultants de leur action interne et de leur remplacement, par un mouvement lui aussi captivé par le dispositif, des molécules stabilisant

et renforçant la structure de la dent le tout sous le control d'un système de mesure de leur efficacité.

Ainsi l'invention consiste en :

- 5 • une unité centrale permettant de contrôler les paramètres définissant la dynamique thermique (comme l'intensité, la variation, la vitesse ou l'accélération), la dynamique photonique (comme la puissance et la longueur d'onde), la dynamique électrophorétique (comme l'intensité, la puissance, la fréquence, le profil et la modulation mais aussi un système de contrôle par feed back de l'action en cours ou obtenue), le temps, le
- 10 stockage, la lecture et la transmission des données sur différents supports

- Un ensemble extrabuccal, essentiellement électro-opto-numérique inclus ou non dans l'unité centrale et renfermant :

- 1) un système électronique créant un champ de polarisation nous permettant d'obtenir un champ électrique, électromagnétique ou électrophorétique entre le gel
- 15 déposé sur la dent et l'intérieur de la dent et ayant pour fonction d'activer et de diriger un flux ionique direct ; par action directe nous entendons que le champ électrique que nous avons créé agit directement sur les charges présentes (et globales) des molécules qui nous intéressent dans le blanchiment. Nous aurons donc un champ électrique ou magnétique agissant directement sur les charges positives ou négatives des molécules actives, comme le
- 20 peroxyde responsable du blanchiment, les entraînant vers l'intérieur de la dent pour qu'elles y pénètrent rapidement et fortement. Nous aurons aussi un mouvement inverse, simultané ou non, des molécules colorantes, entières ou dégradées, par les agents de blanchiment afin qu'elles ne restent pas dans l'émail et qu'elles ne risquent pas de se recombinaison. Nous aurons enfin un dernier mouvement, combiné ou non avec les agents de blanchiment, des ions
- 25 reconstituants de la dent vers l'intérieur de l'émail (par exemple l'ion négatif fluor à des doses de 1,1 ppm)

Cette action peut être indirecte si les molécules à déplacer ne sont pas électriquement actives. Dans ce cas, ce ne sont plus les molécules agissantes (peroxyde, colorant et fluor....) qui sont entraînées par le champ électrique, mais un produit complémentaire sensible au champ

30 électrique et capable par ses caractéristiques électriques d'être entraîné par ce champ, et par ses caractéristiques chimiques, de se fixer sur les molécules agissantes ou simplement de les entraîner sans liaison chimique mais par entraînement passif comme tout fluide en mouvement est capable d'entraîner des particules .

- Il est à préciser que l'incorporation d'ions stabilisateurs et renforçateurs de la dent comble les
- 35 éventuels vides résultant de l'action du blanchiment.

- 2) Cette invention est caractérisée par le fait qu'elle comporte aussi, mais accessoirement, un dispositif activant les produits photosensibles grâce à un système de lumière à LEDs, halogène ou à arc, associé à un système thermique complémentaire dans le cas ou est utilisé de la lumière froide (LED) et/ou si les produits actifs sont thermos sensibles.
- 40 Le transport de l'énergie nécessaire jusqu'à la zone à blanchir se fait à l'aide de fibre s'il s'agit d'énergie lumineuse, de fluide s'il s'agit l'énergie thermique et de fils s'il s'agit l'énergie électrique.

- 3) Cette invention est caractérisée par le fait qu'elle comporte aussi, mais accessoirement, un capteur spectro ou colorimétrique capable de stocker et d'indiquer
- 45 par principe comparatif, les réglages spécifiques et l'évolution de la coloration des dents. Ce spectrocolorimètre de conception élémentaire et peu coûteux, permet de mesurer avant et après traitement le changement progressif de la coloration du gel se chargeant de produits dégradés et/ou de la dent traitée s'en trouvant libérée.

- 50 • Un ensemble endobuccal renfermant :

a) Une gouttière, généralement transparente, capable de contenir les produits de blanchiment comme les solutions de peroxyde, les produits colorants dégradés par le peroxyde, et les gels fluorés (par exemple). Ces gouttières peuvent être standards ou individuelles pour chaque patient et/ou chaque type de produit, en particulier, lors d'action indirecte.

b) Eventuellement une gouttière incluse dans la première ou adaptable sur celle-ci, portant les sources de lumières (LED par exemple) ou conduisant la lumière (halogène ou plasmétique) sur toutes ou partie de l'arcade,

c) Une connexion électrophorétique assurant, suivant sa polarisation, l'évacuation rapide des composants dégradés sous l'action de la lumière ou du peroxyde activé, et à l'inverse, la pénétration des produits de blanchiment ou du gel chargé d'éléments reconstitutifs de la dent,

d) Eventuellement une source thermique, comme par exemple, des filaments électriques permettant une élévation contrôlée de la température au niveau des dents à traiter.

e) Un gel renfermant les produits de blanchiment et/ou les ions reconstitutifs utilisés pour la conduction du courant dans la gouttière de l'extérieur vers l'intérieur de la dent, et, éventuellement, un autre type de gel de polarisation inverse ou identique au précédent, mais dont la polarisation a été inversée et chargé de recevoir, et éventuellement de piéger, les molécules colorantes déplacées hors de la dent. Ce gel constitue le premier pôle de polarisation.

- Un élément polaire, sorte de poignée tenue dans la main ou dans la dent ou encore une surface souple conductrice appliquée dans le dos du patient et permettant d'apporter la polarité inverse dans le corps humain à celle appliquée dans le gel de la gouttière endobuccale. Nous savons aujourd'hui que cette polarité sera transmise dans la pulpe dentaire grâce aux liquides présents dans le corps humain. Le corps humain est donc le deuxième pôle créant le champ électrophorétique avec le gel de la gouttière.

Cette invention consiste aussi à associer à un ensemble cohérent de procédés de blanchiment connus, les mouvements électrophorétiques inventés ici et d'en contrôler les résultats obtenus grâce à un système de surveillance simple comme par exemple par colorimétrie.

L'invention consiste donc, à blanchir plus rapidement les dents pour réduire le coût du traitement en transportant de manière active les produits de blanchiment très près des molécules responsables de leur coloration, à assurer une évacuation nouvelle, unique, et réelle, des composants dégradés, et à renforcer la structure apatite de l'émail, grâce à l'apport actif d'ions comme le calcium ou le fluor sur le site. Cette conception nouvelle et unique est mise en œuvre grâce à l'utilisation de courants électrophorétiques conjugués à un système d'activation thermique ou photonique favorisant et pouvant résulter de l'électrophorèse.

Nous savons aussi qu'un courant d'électrophorèse fait augmenter la température du milieu, lors du passage du courant sans autre intervention extérieure. Avantageusement, la présente invention, consiste donc à choisir un gel porteur des principes actifs de blanchiment capable d'optimiser l'effet ohm bien connu, accompagnant le passage du courant, et activant du même coup les molécules actives de peroxyde... en évitant l'utilisation de sources extérieures thermiques ou photoniques.

Avantageusement, et selon un dispositif additionnel de l'invention, si l'élévation normale de la température n'est pas suffisante, cette invention se compose, d'une gouttière renfermant un filament unique servant à la fois de pôle électrophorétique, et de résistance électrique permettant l'élévation thermique lors du passage du courant, créant ainsi, la source de chaleur.

5 Nous savons, en effet, que tout passage de courant s'accompagne d'un effet ohm. Il est donc ici proposé d'utiliser un fil de polarisation ayant en plus une élévation thermique rapide et conséquente lors du passage du courant, même faible, et permettant ainsi de renforcer l'effet chimique et électrophorétique, déjà décrit, d'un effet thermique activant les molécules en augmentant la vibration énergétique, les rendant plus réactives.

10 Avantageusement et selon un dispositif additionnel de cette invention, ce filament électrique sera d'importance différente ou de matériaux différents, suivant l'effet désiré et, par exemple, et sans que ceci soit limitatif, il sera plus important dans le cas d'une utilisation sous le contrôle d'un professionnel, comme un chirurgien dentiste, afin d'obtenir une élévation
15 thermique plus forte et plus rapide. Il sera moins puissant dans le cas d'une utilisation privée à domicile afin d'éviter tout risque.

Selon un dispositif additionnel de l'invention les moyens d'ajustement des paramètres du fonctionnement de la source de chaleur consistent en des moyens de sélection dans une
20 mémoire raccordée à la dite unité centrale et le choix d'un profil déterminé parmi plusieurs profils préenregistrés dans la mémoire. En effet nous savons qu'une température optimale doit être obtenue pour avoir la meilleure réaction d'activation possible des principes actifs du peroxyde. En dessous ou au dessus de cette température la molécule est moins active. La mémoire a pour but d'optimiser le temps d'action et la température obtenue par effet ohm
25 naturel ou par la résistance électrique en fonction du degré d'action désiré. Ces paramètres issus de tests en laboratoire et bien connus des spécialistes nous permettent de prérégler à priori la valeur de la ddp entre les deux bornes de l'électrophorèse, donc, la puissance et le temps d'application en fonction du degré d'action désiré.

30 Selon un dispositif additionnel de l'invention, les moyens d'ajustement des paramètres du fonctionnement de l'électrophorèse et de la source thermique, sont préenregistrés dans la mémoire de l'unité centrale suivant certains paramètres, comme, le temps et la puissance et sont ajustables par le praticien.

35 Avantageusement dans un autre cas, un seul paramètre comme le temps est modifiable évitant toute fausse manipulation et ce en particulier dans le cadre d'une utilisation privée.

Avantageusement, la mémoire raccordée à la dite unité centrale peut être de type programmable pour l'enregistrement des profils thermiques et/ou des données relatives à un
40 ou plusieurs paramètres ajustables comme le voltage ou l'intensité du courant, aptes à être sélectionnés.

Préférentiellement, le dispositif comporte des moyens de saisie tel qu'un clavier à touches et/ou un écran tactile et/ou tout autre moyen de saisie, notamment à distance, pour
45 l'enregistrement dans la mémoire de profil énergétique et/ou de données correspondant à un paramètre ajustable de la mémoire. Dans ce dernier cas le praticien ou le patient pourront suivre l'évolution du traitement sur un écran, par Internet ou par modem confidentiel ou par tout autre moyen de transmission d'information.

Parmi les moyens de saisie à distance, figure les paramètres de réglage des profils, le contrôle du fonctionnement de l'appareil et la recherche d'une panne éventuelle permettant ainsi sa télésurveillance, télédiagnostic ou télémaintenance sans l'intervention physique sur le site utilisateur.

5

Selon un dispositif additionnel de l'invention, la gouttière renferme des capteurs pour mesurer de courant ou des senseurs thermiques ou optique permettant de connaître l'évolution du traitement avant de retirer la gouttière. En effet nous savons qu'il est impossible aujourd'hui de suivre et de connaître l'état réel de l'évolution du traitement de blanchiment avant le retrait
10 de la gouttière. Selon un dispositif additionnel de la présente invention, cela consiste à proposer au praticien un moyen de connaître cette évolution donc de retirer la gouttière ou d'agir en feed back sur les paramètres comme la ddp (différence de potentiel) , l'intensité ou le temps en suivant le comportement du courant car nous savons que plus une électrophorèse évolue et plus les caractéristiques du courant évoluent, elles aussi. A priori nous pouvons
15 tester la variation du courant électrique sur banc in vitro et la reporter in vivo afin de suivre à priori le blanchiment sans être obligé de retirer la gouttière.

Selon l'invention, il existe une alternative à l'activation thermique. Il s'agit d'une activation photonique pouvant être incluse dans la gouttière et comportant une source lumineuse et un
20 acheminement de la lumière sur le site devant la recevoir. Ce mode d'action peut être une alternative obligatoire car nous savons que certains peroxydes comme ceux présents dans le "ultralight" de shofu sont des produits plus photosensibles que thermos sensibles. Il existe donc une source lumineuse qui peut être halogène , par LEDs ou plasmatic comme l'apollo 95^E ou toute association entre elles et dont la lumière est conduite par une fibre jusque dans
25 la gouttière. Ce rayonnement assure, d'une part, une activation photonique correspondant à la longueur d'onde choisie en fonction du spectre d'absorption de la molécule de peroxyde et d'autre part, une activation thermique dû au dégagement de chaleur accompagnant tout rayonnement halogène ou plasmatic.

Avantageusement, cette source lumineuse se compose d'une ou plusieurs diodes électroluminescentes capables (LEDs) d'émettre dans la zone photosensible des activateurs de la réaction de blanchiment des dents se situant entre 380 et 900 nanomètres. Ces diodes, réparties régulièrement sur la gouttière , par exemple en face de chaque dent, permettent à la lumière d'agir en une seule fois sur la totalité de l'arcade.
30

35

Avantageusement, ces diodes utilisent 2 sources de longueur d'onde, l'une activant la camphoroquinone ou la PPDA (470 et 430 nanomètres) et/ou une autre produisant un rayonnement thermique grâce à des LEDs émettant dans le rouge et l'infrarouge (au-dessus de 650 nanomètres). Les LEDs étant petites, elles peuvent être déposées régulièrement sur le
40 porte empreinte et alternativement pour bien répartir les longueurs d'onde sur l'arcade. Aucune fibre de conduction de lumière n'est nécessaire car les LEDs sont suffisamment petites pour être introduites dans la bouche du patient. Seul un cordon d'alimentation relie les LEDs à la source énergétique. Cette carte sera préférentiellement une alimentation DC-DC telle que décrite dans notre Brevet F00354 du 30 janvier 2001 et ayant pour titre "dispositif de
45 photopolymérisation de matériaux composites ". En effet le mode d'alimentation peut être le même qu'il s'agisse d'une réaction d'activation (peroxyde) ou de condensation (polymérisation).

Avantageusement, ces sources lumineuses ont un profil de type programmable variable en temps, longueur d'onde ou de puissance, pulsé ou non, permettant d'optimiser cette réaction d'activation.

5 Avantageusement et suivant ce mode d'action, il existera un découplage entre l'activation de la molécule de peroxyde, via la camphoroquinone, et la libération de l'ion fluor. En effet nous savons que l'ion fluor peut être inhibiteur de certaines réactions. Il est donc souhaitable qu'il soit libéré spécifiquement dans l'action électrophorétique après l'action du peroxyde, c'est à dire après la dégradation des molécules responsables de la coloration. Pour ce faire, 10 l'activation photonique de la molécule de camphoroquinone et la libération du fluor se fera, suivant un mode alternatif de l'invention, par deux longueurs d'onde différentes, l'une émise par des LEDs à 470 nm pour la camphoroquinone, et l'autre par des LEDs dont le rayonnement sera différent et libérera la molécule de fluor à la fin de l'opération clinique de blanchiment.

15 En effet, et selon le corps de l'invention, il existe un dispositif permettant de combler les dégradations de la structure dentaire lors de l'évacuation des molécules de coloration.

Nous nous sommes rendu compte que les molécules de coloration pénétrant le plus 20 profondément dans la dent, se logent, soit dans des espaces inter cristaux, soit dans le cristal lui-même lorsque celui-ci n'est pas complètement structuré à la suite de déficits alimentaires ou de traitements médicamenteux lors de sa formation (antibiothérapie à la tétracycline...NATHOO 1997). Cette situation d'une part, rend difficile son évacuation justifiant des concentrations élevées de peroxyde et d'autre part, et ceci est dangereux pour la 25 dent, une dégradation du cristal lui-même justifiant la restriction de l'utilisation des produits de blanchiment ou la limitation dans le pourcentage des agents actifs comme le peroxyde d'hydrogène par les instances internationales de la protection de la santé. On sait depuis longtemps que l'extraction d'un ion , hydroxyl , calcium ou son absence rend le cristal d'hydroxyapatite, instable et vulnérable. C'est souvent l'origine de la carie. C'est pour cela 30 que nous recommandons des fluorisations de la dent afin de combler ces manques ioniques de fluor ou de calcium.

La présente invention, propose donc, d'utiliser la résistance électrique ou une résistance complémentaire comme champ de polarisation, permettant l'évacuation active des molécules 35 colorantes et utilisées pour le blanchiment (peroxyde), mais aussi, la création d'un champ inverse, simultané ou à posteriori, permettant une action ionique réparatrice comme l'est la fluoration de l'organe dentaire.

En effet, nous savons que le fluor est l'un des éléments déterminant pour permettre de 40 restructurer le cristal de la dent, émail ou dentine. C'est pour cette raison que cet ion est administré chez les enfants et les adultes en cas de décalcification. Cet ion, en effet, a pour fonction de venir combler les déficits calciques dans le cristal d'apatite, permettant une stabilisation de la structure moléculaire. C'est aussi pour cette raison qu'il est placé dans les kits de blanchiment comme par exemple, le Opalescence F1 renferme 0.11% (soit 1.1 ppm) 45 pour 5% de peroxyde de carbamide, mais qu'il doit aujourd'hui diffuser de manière passive, donc aléatoire.

Avantageusement la présente invention, propose donc d'injecter cet ion, où un ion similaire dans son action sur la protection de la dent, en créant un champ électrique inverse à celui 50 utilisé pour l'évacuation des molécules responsables de la coloration dentaire ou de même

polarité (positif pour attirer le fluor, négatif, à l'intérieur de la dent) mais durant l'évacuation et après l'action du peroxyde. L'action peut se faire en même temps que l'action du peroxyde dans la mesure où l'ion utilisé n'est pas inhibiteur. La présente invention propose de séquencer les polarités en fonction de l'effet désiré : action du peroxyde, évacuation des colorants et renforcement de la dent en fonction des interrelations possibles des molécules les unes avec les autres. Le fait d'utiliser un mode électrophorétique, non seulement permet de déplacer ces molécules de manière active, mais garanti aussi de séparer les actions chimiques afin d'éviter toute action interactive pouvant être négative entre les différentes réactions. C'est la seule méthode permettant d'affirmer qu'il n'y a pas d'inter relation chimique dans des phases devant être séparées.

Pour ce faire, nous pouvons résumer la présente invention, comme étant un dispositif électrophorétique et chimique, accessoirement thermique de blanchiment, comportant une source énergétique délivrant un courant électrophorétique variable dans sa polarité, et dont les fils conducteurs sont reliés, d'une part, au corps du patient (premier pôle), et d'autre part (deuxième pôle), à une gouttière renfermant les produits chimiques responsables d'un traitement de blanchiment. Ces fils conducteurs électriques présents dans la gouttière permettent à la fois l'élévation thermique par effet Joule (pouvant être remplacé par une source photonique) mais aussi, de par leur polarisation électrophorétique variable, le mouvement des molécules vers l'intérieur de la dent pour qu'elles soient rapidement et profondément active (comme les molécules de peroxyde ou les ions fluor, molécule reconstitutifs de la dent après le blanchiment), et le mouvement inverse vers l'extérieur de la dent assurant une évacuation active des molécules responsables de la coloration. Le champ électrophorétique se situe au niveau de la dent. L'un des pôles est tenu dans les mains ou sur le corps du patient, cette polarité est transmise via les voies sanguines et lymphatiques à la pulpe dentaire, et l'autre pôle est transmis par la résistance électrique présente dans la gouttière.

D'autres buts et avantages de la présente invention, apparaîtront dans la description qui va suivre, se rapportant à un mode de réalisation, donné à titre d'exemple indicatif et non limitatif. La compréhension de cette description sera facilitée au vu des dessins joints en annexe et dans lesquels :

La photo 1 est une vue du prototype réalisé, la source étant le boîtier électronique se trouvant en arrière avec la vue maîtresse en façade, le champ électrophorétique étant créé par le porte empreinte recouvert de LEDs, et la poignée destinée à être tenue par le patient.

La figure 2 est une représentation schématisée de la présente invention, les cartes étant dans le boîtier et les deux générateurs de champ à droite du boîtier.

La figure 3 est une représentation schématisée d'une plaque de conduction souple pouvant être plaquée à la surface des dents avant que soit positionnée une gouttière adaptée à la bouche du patient de manière traditionnelle.

La figure 4 illustre de manière schématique une section de la gouttière où se trouve l'un des pôles de l'électrophorèse (et éventuellement des LEDs).

La figure 5 est une représentation schématisée de la section d'une gouttière, réalisée sur mesure pour la bouche d'un patient et comportant une résistance thermique.

La figure 6 est la représentation schématisée d'une gouttière partielle permettant le blanchiment d'une partie d'arcade.

5 La figure 7 est une illustration schématisée des différentes étapes du traitement utilisant le dispositif, objet de l'invention.

La figure 8 est une représentation schématisée d'une gouttière renfermant un gel chauffé à l'aide d'un courant d'eau à température définie.

10 Le diagramme 9 illustre de manière schématisée les différentes étapes du traitement utilisant le dispositif, objet de l'invention .

La figure 10 est une représentation spécifique du dispositif destiné aux traitements où le deuxième pole n'est plus au contact du corps mais dans la racine d'une dent afin de doubler
15 l'action de blanchiment électrophorétique grâce à une action en interne et en externe.

La figure 11 est une représentation spécifique du dispositif destiné aux traitements pour le blanchiment des ongles.

20 Tel que représentée dans ces figures, la présente invention, présentée sous forme de prototype dans la photo 1 et schématisée dans la figure 2, est relative à un dispositif de blanchiment qui trouvera un intérêt tout particulier dans le domaine dentaire.

Comme visible sur la photo 1, ce dispositif comporte une gouttière standard (1) avec sa
25 résistance électrophorétique (2) et une rangée de LEDs activatrices (19) reliées par des connexions électriques (3) à un boîtier électronique de commande, de contrôle et de mémorisation (4) et à une poignée de polarisation inverse (23).

Pour détailler chacune des parties nous nous reporterons à la figure 2 qui présente une option
30 clinique dentaire sous leurs aspects fonctionnels

Ce dispositif, présenté sur la figure 2, comporte une gouttière standard (1), recouvrant l'arcade dentaire à blanchir, munie d'un système de conduction électrique (2) permettant la
35 création d'un champ électrophorétique, accompagné d'une élévation thermique, ayant une polarité positive ou négative, et qui est relié, par exemple par un fil électrique (3), à une unité de réglage et de contrôle (4) permettant de définir ou de programmer les paramètres du traitement clinique (temps, degré désiré par le patient ...) et ceux définissant le champ électrophorétique (intensité , voltage). Ces critères contrôlables sur des cadrans (5) peuvent être modifiés par manipulation des boutons de commande (6), télé transmis à distance
40 dans un système géographiquement déporté et grâce à une liaison numérique (modem...) (7), mémorisés sur une disquette (8) ou stockés dans une unité centrale (9). Sur la prise (10) peut être installée une pédale (11) de déclenchement/arrêt de tout facteur intervenant comme la lumière d'activation et/ou du champ électrophorétique, et/ou du flash d'analyse spectrocolorimètre. La tête de ce dernier (12) reçoit, grâce à un conducteur (13), la lumière
45 émise par les LEDs de référence qui peuvent être Rouge, Verte, Bleue, (ou son multiple) et par retour, l'information modifiée par l'objet mesuré , dans cet exemple une dent . Cette conduction se fait par fibres optique ou directement sur le capteur (14) qui envoie les valeurs mesurées à l'analyseur situé dans le boîtier général (4). La mise en route sélective du spectrocolorimètre se fait grâce au bouton (16) situé en façade du boîtier électronique (4) et le
50 résultat obtenu est visible sur l'écran alpha-numérique (17) situé au-dessus. La mise en route

- du système calorique, grâce au bouton sélectif (16), conduit l'envoi d'énergie par le fil (18) qui induit soit l'éclairement des LEDs (19) situées sur la gouttière, soit l'élévation thermique d'une résistance (20) située dans la gouttière si le fil créant le champ électrophorétique (2) est insuffisant. Une sonde (21), thermique ou électrique indiquera par retour l'état de l'électrophorèse à l'unité centrale de contrôle et d'information (4). La polarité inverse à celle créée par la résistance (2) sera transmise vers la pulpe, via le sang ou le système lymphatique, etc grâce à une poignée (23) tenue dans la main et reliée au boîtier électronique (4) par le fil (24). Cette polarité peut-être inversée automatiquement ou par action sur le bouton (6).
- 10 Comme visible sur la photo 1 ou sur la figure 2, l'activation des peroxydes peut se faire grâce à l'élévation en température d'une résistance thermique commune avec celle servant à l'électrophorèse (2) ou indépendante de cette dernière (20) si le choix d'une forme et/ou d'un matériau différent peut optimiser l'une ou l'autre des fonctions..
- 15 On observera tout particulièrement que la présente invention n'est nullement limitée à une activation électrique des composants basiques présents dans le gel de blanchiment (25) en composants actifs sur les produits colorants et sensibles à l'électrophorèse. En effet, cette activation peut se faire, selon l'invention , par des moyens opto-électroniques. Dans ce cas, une résistance (2) assure l'électrophorèse, et une source de lumière activatrice est conduite d'une lampe située dans le boîtier électronique (4) jusqu'au gel de blanchiment par une fibre optique (18), ou produite directement par des LEDs à proximité de ce dernier (19). Dans ce dernier cas la fibre optique (18) est remplacée par un fil de conduction électrique qui assure l'alimentation des LEDs.
- 20 Afin de contrôler par feed-back la température, les caractéristiques du courant électrophorétique et/ou la puissance lumineuse, est prévue un capteur thermique, électrique et/ou photonique (21) relié à l'unité centrale de contrôle (4) par un câble de connexion (22), ou par une communication par ondes. Ces capteurs (21) envoient l'information nécessaire à l'unité centrale pour qu'elle controle si le traitement se fait dans le respect des réglages programmés dans l'unité centrale située dans le boîtier (4). Ce retour d'information permet le réglage régulier voir continu et automatique dans le respect des fonctions programmées. Il va de soi, bien sur, que l'unité centrale n'est pas obligatoire pour la mise en œuvre de l'invention, et qu'un simple réglage manuel peut donner satisfaction dans une utilisation rustique.
- 25 Si nous décidons d'utiliser un gel (25) sensible au courant électrophorétique produit par les pôles (2 et 23) et qui a pour caractéristique de changer de couleur au moment de son activation puis de sa migration, ce capteur (21) peut être une cellule photosensible, comme une photodiode. Dans ce cas, en appliquant la loi de Bert Lambert, qui relie les concentrations aux intensités mesurées par la photodiode suivant la formule $I_c / I_o = \log C_c / \log C_o$, nous pourrons suivre l'évolution de la concentration des principes actifs dans la dent et le retour des molécules colorées dégradées. La projection de la lumière d'analyse se fait au niveau de la tête (12) du colorimètre alors que la lecture est enregistrée grâce à un CCD ou une photodiode située dans la tête (12) ou dans le boîtier (14).
- 30 40 45 50 Tel que représenté sur la figure 3, nous voyons que la plaque de conduction électrophorétique (2) peut être constituée d'un conducteur souple (26) pouvant être plaqué à la surface des dents avant que soit positionnée une gouttière spécialement moulée et adaptée à la bouche du patient de manière traditionnelle par le dentiste ou le prothésiste. Dans ce cas la plaque souple (26) est plaquée sur les dents ou pré moulé sur l'empreinte du patient. Suivant un travail parfaitement connu des professionnels, il est ensuite réalisé une gouttière anatomique, c'est à

dire spécifiquement moulé en résine sur la forme de la bouche du patient. La réalisation de cette gouttière peut être transparente pour permettre l'activation du gel peroxydé (ou actif par un autre principe chimique) par une lumière appliquée de l'extérieur. Dans ce cas le filament électrophorétique devra le plus possible être plaqué sur la dent ou devra être constitué d'un matériau conducteur lui-même transparent comme des résines chargées. L'apport électrique se fait par l'intermédiaire d'un connecteur (27) et de son complémentaire (28) si l'on souhaite pouvoir séparer la gouttière (1) du boîtier (4) pour des raisons pratiques évidentes.

On remarquera sur la figure 4 qu'il est représenté une section de la gouttière montrant encore plus clairement la disposition des différents éléments (1), tel que décrit en figure 2. La prise (28) est divisée en deux parties, l'une pour l'alimentation (31) et l'autre pour la commande on/off de la résistance thermique par énergie thermique (34) ou photonique si l'on utilise les LEDs (19) ou toute autre source de lumière. Le gel (25) étant conducteur, la résistance de création de champ électrophorétique (2) n'a pas besoin d'être trop importante, la polarisation du champ étant parfaitement dispersée. La lumière (19) ou la résistance thermique (34) a pour fonction de favoriser le déclenchement de la réaction d'activation du gel de blanchiment (25) se trouvant au contact de la dent (30) et un peu de la gencive (35) même si cela n'est pas souhaitable du fait de l'agressivité naturelle des peroxydes sur les tissus mous. Il va de soi que la prise (27 et 28), ici présentée purement à titre d'exemple, est un jack (28). Il peut comporter plus d'un contact séparé s'il s'agit de joindre le contrôle par feed-back ou plusieurs autres types de polarisations.

Dans la figure 5a, nous avons une représentation détaillée d'un colorimètre différentiel (14) peu coûteux et servant d'unité de contrôle de l'efficacité du traitement de blanchiment par électrophorèse et sur la figure 5b, la représentation d'un cycle d'analyse de la couleur d'une dent, avant (36), et après (37), blanchiment. Le colorimètre différentiel est un système très simple basé sur la mesure différentielle d'une couleur, avant et après traitement par réflexion sur la dent (30).

Le principe de la manipulation est le suivant : on étalonne une source lumineuse composée de plusieurs LEDs (38) fixées sur un support évacuant le dégagement de chaleur (39), alimentée et commandée par la carte DC/DC (40). Ces LEDs sont en nombre (minimum de 2) et de couleur variable, mais de préférence Rouge, Verte et Bleue (système RGB). Elles émettent un rayonnement qui est repris par un système concentrateur optique (41) puis conduits, après séparation (43), pour partie sur la dent (42) et pour partie directement (44) sur le capteur (45) (en général une photo-diode, un CCD ou un Cmos), avec ou sans mixage (46). Il est possible de séparer un même faisceau en deux parties et de faire la mesure sur deux ou un seul capteur. Il est possible aussi de n'utiliser qu'un seul capteur en décalant la mesure dans le temps. Les informations seront conduites (47) jusqu'à un comparateur différentiel (48) qui, grâce à l'analyse de la différence entre le faisceau incident (36) et le faisceau réfléchi (37) pourra donner une valeur de la teinte de la dent et pourra la comparer avec la valeur mesurée avant traitement.

Si l'on a pris soin de mémoriser (9) les teintes dentaires standards bien connues par l'homme de l'art (teintes Vita pour les dents...), avec la même méthode, et la même référence (test étalon), il est possible de voir (17), et de suivre, l'évolution, donc, l'efficacité du traitement en fonction de critères reconnus par les professionnels. Il est donc possible selon l'invention de faire une mesure objective des résultats du traitement sans être obligé d'avoir recours à des méthodes trop coûteuses.

Comme l'indique la figure 6a, Il va de soi que la gouttière peut n'être que partielle (49) ou mono dentaire (50) si l'on ne souhaite pas traiter certaines dents (30) pour des questions médicales (douleurs aux collets ...) ou si l'on a des gencives (35) sensibles. Le connecteur (27) sera de préférence identique quel que soit le type de gouttière.

De même, et comme l'indique la figure 6b, il est possible de disposer d'une connexion (27), sans la gouttière, reliée simplement au fil d'électrophorèse (2) qu'il est alors possible de couper (51), afin de le limiter à quelques dents, si la gouttière est faite sur mesure sans électrode ni lumière, ou si elle ne recouvre pas toutes les dents (52).

Afin que soit bien comprise la fonction du dispositif, objet de la présente invention, a été représentée sur la figure 7, l'action des champs électriques électrophorétiques tel que mise en œuvre. Nous noterons à titre d'exemple qu'il peut exister, et ceci n'est pas limitatif, 3 temps successifs d'action utilisant les courants électrophorétiques de blanchiment (que nous noterons technique Teb ou Technique Electrophorétique de Blanchiment).

- Dans un premier temps le courant électrophorétique entraîne vers l'intérieur de la dent (53), les molécules riches en produit de blanchiment, comme par exemple le peroxyde de carbamide (54), présent dans le gel (25). Si les molécules porteuses des groupements actifs sont chargées négativement, la polarité de la résistance de la gouttière est négative (55) et la polarité du corps, tenu par exemple dans les mains du patient (56) est positive. Cette polarité est transmise dans toute la dent, via les cellules odontoblastiques bordeuses de la pulpe (58), principalement à l'interface dentine / émail (53) où se trouve souvent une concentration de molécules responsables de la coloration (59). Nous aurons donc un mouvement ionique vers le centre de la dent, poussant les molécules actives contre ces colorants. Si la molécule active n'est pas chargée, on peut l'entraîner passivement dans les mouvements ioniques créés par des fluides additionnels composés de molécules très chargées.

- Dans un deuxième temps, toujours illustré dans la figure 7, est créé un mouvement inverse et unique, cœur de l'invention, et ayant pour but d'extraire de la dent les molécules colorantes ayant été dégradées (60) par les agents de blanchiment (61). Il va de soi que se sont les molécules colorantes d'une polarité inverse de celle de la résistance qui seront extraites de la dent. Cette polarité présente dans le gel (62), étant la même que celle des molécules de blanchiment (54), les molécules de blanchiment non dégradées ou qui n'ont pas réagi, sont extraites de la dent pour éviter qu'elles poursuivent leurs actions au-delà du traitement et qu'elles risquent de léser les composants de la dent (ce qui les rends hypersensibles et peu même les dégrader). Cela permet aussi de stopper réellement le procédé à un moment défini et choisi. La Teb est le seul procédé qui rend contrôlable le blanchiment des dents.

- Enfin dans un troisième temps, mais ceci n'est pas limitatif dans le principe de l'invention, le gel résultant de l'action des deux premiers temps, chargé des colorants et des molécules du produit actif ayant réagi, ou non, comme les peroxydes, est retiré et remplacé par un gel riche en fluor, ou/et en tout autre produit reconstitutif de la dent, chargé électriquement comme la molécule porteuse des groupements actifs (peroxyde). La polarité de la résistance présente dans le gel est à nouveau inversée (63) afin de permettre, d'une part, la pénétration des ions fluors (ou autres) (64) et d'autre part d'attirer les molécules de colorant ayant une polarité inverse et ayant été retenues dans la dent lors du temps 2.

Il va de soi que, et ceci est aussi dans le principe de l'invention, le fluor peut être présent dans le produit actif de blanchiment et migrer avec le gel dans le temps 1. Les polarités sont compatibles. Cette solution a l'avantage d'éviter le changement du gel au temps 3 car il suffit alors d'inverser deux fois les polarités. Par contre ceci a l'inconvénient de faire côtoyer deux molécules qui peuvent être incompatibles, le fluor étant un inhibiteur de réaction bien connu.

Avantageusement, si l'on souhaite accélérer la procédure clinique, on peut ne procéder qu'à une seule polarisation dans le sens de la pénétration des molécules actives, avec ou sans fluor ou de la sortie des molécules dégradées après action des molécules actives hors champ électrique. Cette méthode peut être intéressante si le comportement de certaines molécules actives est troublé durant leurs réactions sur les colorants.

Il peut aussi être programmé, selon l'invention, des séquences sans courant électrophorétique, par exemple, entre les temps 1 et 2 et entre les temps 2 et 3. Ceci peut permettre de parfaire certaines réactions sensibles au courant électrique.

De même, toute forme d'intervention sur le courant électrophorétique est envisageable dans le cadre de l'invention. Ainsi on peut et ceci n'est pas limitatif :

- Jouer sur l'intensité. Nous avons démontré expérimentalement qu'il est possible d'augmenter significativement l'action du Teb en faisant croître puis décroître rapidement l'intensité du courant, et ceci, par vagues successives.

- Faire varier la polarisation des pôles, non pas en trois temps, mais de manière alternative, pour permettre à certaines molécules de trouver des chemins plus favorables à leur trajectoire dans le cristal de la dent.

- Utiliser ce principe alternatif, en jouant sur le temps accordé à chaque polarisation. Nous gardons les temps tels que définis précédemment, mais nous inversons plusieurs fois et rapidement la polarité. Nous avons globalement une polarisation positive ou négative correspondant aux temps évoqués mais elle est entrecoupée de polarité inverse permettant aux molécules de circuler dans la dent, et éventuellement, de se dégager d'impasses stériques ou électriques

Sur la figure 8, l'élévation thermique est apportée, non pas par une résistance électrique, mais par une circulation d'eau ou de tout type de vecteur thermique dans les conduits (66) parcourant la gouttière (1) en pénétrant par un orifice (67) et ressortant par un autre (67). Ce vecteur peut être un liquide ou un gaz comme de l'air chaud. Il va de soi que ce montage, n'empêche pas d'adjonction du champ électrophorétique. Dans l'exemple présenté dans cette figure, et correspondant à une possibilité de la mise en œuvre de l'invention, le champ est porté par la gouttière elle-même, qui est en matériau conducteur, et la connexion est visible sous les conduits du vecteur thermique (27-28).

Sur la figure 9, nous présentons un exemple de diagramme, illustrant les étapes successives de fonctionnement, dans le cas où les molécules responsables de la coloration de la dent sont de charges positives. Le produit non activé est placé dans une gouttière (69) standard ou réalisée sur mesure. Le principe d'activation ou d'accélération de l'activation de la molécule à base de peroxyde ou autre est mise en route grâce à une élévation thermique ou photonique (70). Le produit activé (71) présente une valence négative (dans notre exemple) (72). Un contrôle par feed-back peut limiter à tout moment l'apport énergétique, en mesurant directement la température (73) ou/et en suivant l'évolution du courant électrophorétique. C'est en effet à cet instant que l'on crée le champ électrophorétique en mettant le contact sur la gouttière (négatif), et en demandant au patient de tenir l'autre pôle (positif). (74). Il y a pénétration des radicaux négatifs actifs dans la dent (75), attirés par les charges positives de la pulpe et repoussés par les charges négatives de la gouttière. Les molécules de peroxyde sont alors en contact direct avec les molécules de colorant (76). Ceci permet de diminuer significativement les doses actuellement utilisées, donc, de protéger la dent. Nous inversons ensuite la polarité. Les molécules de colorant dégradées et chargées positivement sortent, attirées, par le pôle négatif de la gouttière (77) accompagnées des molécules de peroxyde et des molécules non

chargées pouvant être entraînées passivement (78). Nous inversons une dernière fois la polarité afin de permettre la pénétration du fluor (79). Le feed-back mesurant les caractéristiques physiques du courant électrophorétique peut intervenir à tous niveaux (80).

5 Avantageusement et selon l'invention, les molécules des produits actifs, comme le peroxyde de carbamide, sont chargées lors de leur conditionnement, évitant ainsi la phase d'activation, où deviennent chargées lors de la phase d'activation par des moyens énergétiques décrits précédemment. Ces charges peuvent être portées par un radical de la molécule indépendant du radical de peroxyde ou de tout autre produit blanchissant (réducteur et/ou oxydant).

10 Il est rappelé aussi que selon l'invention, et pour favoriser les mouvements des molécules non chargées intervenant dans l'acte de blanchiment, il est possible de mouvoir, grâce à une action électrophorétique indirecte, les molécules, en les entraînant par un fluide chargé présent dans le gel ou ajouté à ce dernier. A cet effet, et selon l'invention, est prévu un gel capable de
15 pénétrer dans la dent, sans action chimique sur les molécules des colorants, mais très dynamique. L'inversion de polarité dans la dent entraînera son retour à l'extérieur de la dent, entraînant par ce second mouvement inversé (dynamisme des fluides) les molécules dégradées et colorantes.

20 Avantageusement le gel renfermant le produit blanchissant (par exemple le peroxyde de carbamide) et/ou le produit renforçateur de la dent (par exemple le fluor) change de couleur suivant leurs concentrations. Par exemple le mouvement des groupements peroxyde dans la dent diminue sa concentration dans le gel en l'augmentant dans la dent. Ceci permet, selon l'invention, de suivre la progression de la procédure clinique, et de l'arrêter à une couleur
25 connue comme correspondant à une bonne concentration des groupements actifs du peroxyde dans la dent, et d'assurer une bonne action de blanchiment. La même observation peut être faite lors de la migration du fluor (par exemple) ou le retour des colorants.

30 Avantageusement et selon l'invention, le gel renferme des molécules qui, en contact avec les colorants, deviennent d'une charge inverse de celle présente dans la molécule de blanchiment (peroxyde) ou transforme la charge du colorant dégradé en charge inverse du peroxyde. Cette méthode a l'avantage de supprimer le temps 2 de l'électrophorèse, car les charges des colorants et celles des colorants dégradés, sont dans ce cas, et selon l'invention, inverse des molécules actives de blanchiment (peroxyde). Elles subiront un mouvement de sortie de la
35 dent opposé et simultané à celui de pénétration du peroxyde sans que l'on ait besoin d'inverser la polarité. Il y a donc fusion des temps 1 et 2, décrits dans l'exemple de la figure 7 et seulement deux temps d'action: les temps 1 et 3. Si l'agent renforçateur de la dent (fluor), est présent dans le gel initial, il n'est plus nécessaire de créer une inversion de polarité, et un seul temps est alors possible.

40 Il va de soi que selon l'invention, les produits chargés étant très vulnérables, l'activation et la polarisation des composés actifs comme le peroxyde de carbamide se fait par mélange des composés de base, avant leur introduction dans la gouttière.

45 Pour répondre à un souci d'automatisation, nous pouvons adjoindre dans le gel électrophorétique un capteur (21) mesureur de courant (ddp, intensité...). En effet, nous savons que durant l'électrophorèse il y a variation progressive des caractéristiques du courant mis en jeux, en particulier lorsque le mouvement ionique est terminé, ces valeurs tendent vers l'infini, il est donc facile de prévoir un arrêt automatique, ou une indication de fin de cycle,
50 donc de savoir si le traitement est terminé sur des critères scientifiques pré mémorisés.

Il va de soi aussi que, selon l'invention, la résistance thermique/électrique de l'électrophorèse servira pour le contrôle par feed-back de l'émission lumineuse. Les valeurs enregistrées permettent de savoir s'il faut, ou non, arrêter l'action photonique de la lumière. Il est également possible de faire varier cette puissance lumineuse en ajustant les paramètres contrôlant la puissance électrique alimentant les LEDs. La mise en jeu du procédé DC-DC tel que décrit dans notre PCT 00354 du 30 janvier 2002 et ayant pour titre « Dispositif électro-optique pour la photopolymérisation des matériaux composites » permet d'obtenir ce résultat dans les meilleures conditions.

A ce concept de contrôle de l'énergie mise en œuvre dans le blanchiment peut être associés d'autres systèmes utilisés couramment chez le praticien ou au domicile du patient. Ainsi et selon l'invention, l'alimentation utilisée à domicile pour l'électrophorèse, peut être partagée avec celle utilisée pour l'alimentation ou la recharge des brosses à dent électrique ou des téléphones portables (en voyage). Cette dualité permet de réduire significativement le prix d'un tel dispositif. De même chez le dentiste, l'association de ce système électrophorétique à des ensembles ultrasoniques ou à des projections de produits abrasifs (bicarbonate...) permet de concevoir un centre de blanchiment incorporant l'ensemble des appareils utilisés par l'homme de l'art, sans en augmenter significativement le coût, puisque les éléments les plus coûteux (alimentation ...), sont mis en commun pour plusieurs technologies (ultrason-TEB ou Projection-TEB....).

Avantageusement le réglage et le contrôle des paramètres permettant la mise en œuvre de cette invention, est sous la dépendance d'un CPU, lui-même, programmé par l'homme de l'art. Il existe un système de carte à puce permettant de programmer ces paramètres, et il suffit au patient d'introduire la carte que lui a remis son dentiste pour être sûr que les paramètres définissant l'électrophorèse sont conformes aux règles de l'art. En fin de compte, le dispositif conforme à l'invention, donne la possibilité à l'utilisateur de régler et d'ajuster les conditions de fonctionnement de son appareil comme et où il le souhaite, de sorte qu'il n'est pas limité comme par le passé à l'action aveugle et empirique du peroxyde sans contrôle ni suivi.

Avantageusement et selon l'invention, le colorimètre (14) est associé à ce contrôle par feed-back. Nous savons que la couleur d'un corps est fonction de 3 critères dit L.A.B. , xy et Y, RGB ou autres suivant la théorie suivie. Le fait d'utiliser dans le dispositif un détecteur de couleur (14) permet de suivre l'évolution du blanchiment en cours de traitement. Cette mesure peut se faire, selon l'invention, au niveau du gel qui peut se décolorer ou se colorer suivant l'apport des molécules colorantes ou par réaction avec ces dernières, comme nous l'avons décrit précédemment. Cela permet de savoir si l'on doit ou non arrêter l'application, et évite que nous procédions de façon empirique. Cela évite aussi d'arrêter l'action avant la fin du traitement et permet de limiter les frais engagés. De même, ce système de mesure peut se faire sur la dent, avant et après, traitement, permettant ainsi au praticien de montrer à son patient l'évolution du blanchiment. Pour ce faire un capteur spécial (12) composé du mesureur de couleur décrit précisément dans la figure 5, a été développé et dont l'extrémité peut :

- soit s'intégrer au gel,
- soit se poser sur la dent.

Il n'en reste pas moins vrai, que la plupart des dispositifs de blanchiment ne peuvent pas agir sur des dents dévitalisées ou le font moyennant de fortes concentrations ou avec l'utilisation de produits spécifiques comme les borates. Il en serait de même de la présente invention si une solution n'était pas proposée puisque , la pulpe et la circulation sanguine ayant été retirées, il ne peut plus y avoir conduction électrique de la polarité inverse à celle du gel, à

l'intérieur de la dent. La présente invention propose une alternative spécialement développée pour les dents dévitalisées. Avantageusement et selon l'invention, comme on le voit figure 10, le pôle tenu dans la main du patient ou placé contre son corps, est remplacé ou est couplé (en série) avec une sonde que l'on peut introduire dans le canal dentaire (81) de la dent dévitalisée (82) et préalablement alésée. Un gel conducteur (83) est placé dans le canal en remplacement de la pulpe dentaire qui n'existe plus, après que l'on ait pris soins d'humidifier la dent. La fonction de conduction du deuxième pôle est donc ainsi récréé même en absence de pulpe.

Avantageusement et toujours selon l'invention, ce gel renferme des composants de blanchiment actif et du fluor comme nous l'avons observé dans le gel externe, mais de polarité inverse, de telle sorte qu'ils soient attirés vers le gel de cette gouttière externe. Nous créons un deuxième mouvement de molécules actives inverse à celui de la gouttière du pôle externe. S'il n'existe pas de molécules actives de polarité inverse, il suffit de répéter l'opération de manière séquentielle: blanchiment externe, puis, blanchiment interne ... etc ... en utilisant le même gel et la même polarité (tel que décrit dans la figure 7), mais en ayant une inversion de polarité, suivant que le gel actif se trouve à l'intérieur ou à l'extérieur de la dent.

Cette extension de l'invention a l'avantage de permettre une Teb des dents dévitalisées, ce qui est très important car ce sont souvent les dents les plus colorées. Cela a aussi l'avantage d'augmenter encore plus significativement l'action de nos produits par le fait qu'ils se sont déplacés électrophorétiquement vers les molécules colorées de l'extérieur et de l'intérieur de la dent. A cette double action interne et externe est associée une action d'extirpation des molécules de colorant des deux cotés. Dans ce cas, et pour comprendre le mécanisme de blanchiment depuis le pôle interne, il suffit d'inverser les temps 2 et 3 de la figure 7.

De meme comme nous le voyons en figure 11 , il est possible d'utiliser , selon l'invention , des électrodes spécialement adaptées a la partie du corps traitée ou toute surface que l'on veut blanchir comme des tissus ou des poils.

Il ressort de la description qui précède que la présente invention, répond parfaitement aux problèmes posés, en ce sens, qu'elle apporte une réelle réponse pour l'optimisation du blanchiment des dents, et la protection de l'organe dentaire. Il ressort aussi de cette description, qu'elle permet, de résoudre des problèmes fondamentaux, comme le contrôle de l'acte clinique, ce qu'aucune autre méthode n'a encore proposé.

Il va de soi que l'invention ne se limite pas au seul mode de mise en œuvre de ce procédé, ni aux seules formes d'exécution du dispositif pour la mise en œuvre de ce procédé, décrites ci-dessus à titres d'exemples ; elle en embrasse, au contraire, toutes les variantes de mise en œuvre et de réalisation. C'est ainsi, notamment, qu'il serait possible de blanchir d'autres objets que des parties du corps humain, comme, par exemple, des statues ou des tissus. Il est aussi possible de prévoir un type de blanchissage industriel basé sur la présente invention et assurant les mouvements de pénétration du corps nettoyant ou d'extirpation des molécules responsables de la coloration par électrophorèse.

REVENDICATIONS

- 1) Dispositif de blanchiment utilisant des moyens électro-optiques et chimiques, notamment dans le domaine médical et dentaire en vue de l'éclaircissement de parties du corps comme les dents, les poils ou les ongles, caractérisé en ce qu'il
- 5 comprend :
- un générateur/contrôleur (4) de courant d'onde électrique, électrophorétique ou électromagnétique de profil et/ou de modulation variable,
 - des moyens (3, 15) pour transmettre ce courant vers

10 lesdites parties à éclaircir,

 - des moyens pour créer un champ électrique, électrophorétique ou électromagnétique non traumatisant (2, 26, 29, 49) au travers de la zone traitée comprenant des électrodes et un gel conducteur (25),

15 - des moyens (1, 84) pour contenir ledit gel (25) au contact des pôles et du corps permettant la continuité de ce champ,

 - des produits actifs (25) mis en jeu pour le blanchiment, sensibles aux courants électrophorétiques,
 - des moyens pour activer lesdits produits soit par la

20 lumière (19), soit par la chaleur (27),

 - une unité centrale (8, 9, 10) de gestion, de mémorisation et de contrôle direct par l'opérateur ou indirect par mémoire ou par Internet des paramètres de fonctionnement de la source électrique, électrophorétique ou électromagnétique afin de

25 permettre de maîtriser et de simplifier la pénétration de toutes ou parties des molécules sensibles au champ électrique, électrophorétique ou électromagnétique, actives pour le blanchiment et la protection de la partie cible du traitement et la sortie de tout ou partie des molécules sensibles au champ

30 électrique, électrophorétique ou électromagnétique et indésirables ou ayant réagi dans ce processus d'éclaircissement

et pouvant être retirées du corps mais aussi des moyens de contrôle directs par feed-back sur l'unité centrale, où manuel par l'opérateur des paramètres permettant de connaître l'évolution et les résultats de l'acte de blanchiment pratiqué, 5 comme le sont les variations thermiques ou électriques (21) et la modification de la coloration (12) induites par le traitement.

2) Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte un générateur/contrôleur (4) de courant 10 électrophorétique, un circuit de conduction (3, 15) et une résistance créant un pôle dans les moyens (1, 84) pour contenir le gel (25), le deuxième pôle étant en contact d'une partie de corps.

3) Dispositif selon la revendication 1 ou la revendication 2 15 caractérisé en ce que les moyens (1, 84) pour contenir le gel sont modelés (49) sur la partie du corps du patient.

4) Dispositif selon la revendication 2 ou la revendication 3, caractérisé en ce que le deuxième pôle situé en contact du corps est adapté pour se placer dans un tube contenant un gel 20 électrophorétique de blanchiment comme la racine (81) d'une dent dévitalisée (82).

5) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte un activateur photonique (19) apte à activer les produits (25) utilisés pour 25 le blanchiment et présent dans le gel sous forme moins active.

6) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens (1, 84) pour contenir le gel sont associés à une source lumineuse issue de lumière halogène, à arc ou par LED (19), conduite par une fibre 30 (18).

7) Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les moyens (1, 84) pour contenir le gel (25) incorporent des diodes (19) électroluminescentes (LEDs) générant une source lumineuse.

8) Dispositif selon l'une quelconque des revendications 35 précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte, à l'intérieur des

moyens (1, 84) pour contenir le gel, des moyens de contrôle de l'évolution électrique ou thermique du traitement de blanchiment, se présentant sous la forme de capteurs (21, 12).

5 9) Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que les moyens de contrôle consistent en un spectrocolorimètre ou un colorimètre composé d'un générateur de lumière (39) et d'un analyseur différentiel (47) capable de faire une étude comparative entre la valeur de la source (36) et la valeur s'étant réfléchi sur l'objet (37).

10 10) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les courants électriques, électromagnétiques ou électrophorétiques utilisés pour le déplacement des molécules sont de profil et de modulation variable en tension, fréquence et amplitude.

15 11) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le gel électrophorétique (25) de base permettant le passage du courant électrique, électromagnétique ou électrophorétique contient des molécules responsables de l'action de blanchiment chargées électriquement
20 afin qu'elles se déplacent au travers du gel vers le corps à traiter sous l'action du courant utilisé.

12) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le gel électrophorétique (25) de base permettant le passage du courant électrique,
25 électromagnétique ou électrophorétique contient des molécules responsables de l'action de renforcement du corps traité chargées électriquement afin qu'elle se déplace au travers du gel vers le corps à traiter sous l'action du courant utilisé et quelle compense les éventuelles dégradations occasionnées par
30 l'action de blanchiment.

13) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le gel électrophorétique (25) de base permettant le passage du courant électrique, électromagnétique ou électrophorétique est chargé électriquement
35 permettant ainsi par son mouvement propre d'entraîner les molécules responsables de l'action de blanchiment ou de

renforcement qui ne seraient pas chargées électriquement afin qu'elle se déplace passivement vers le corps sous l'action du déplacement du gel.

14) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte un bouton (6) pour inverser la polarité des électrodes responsables de la création des champs électriques, électrophorétique et électromagnétiques utilisé pour le déplacement du gel ou des molécules responsables dans le processus de blanchiment.

15) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens thermiques pour l'activation des molécules mises en jeux dans le processus de blanchiment et déplacées par le courant électrophorétique , électromagnétique ou électrique consistent en une résistance électrique (2), une émission photonique (19, 20) ou un fluide en circulation (66).

16) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le gel (25) est prévu apte à changer de couleur en fonction de l'évolution de la réaction de blanchiment, du degré d'activation des molécules responsables du blanchiment ou du pourcentage de molécules responsable de la coloration retirées du corps et présentent dans ledit gel (25).

Planche 1 / 6

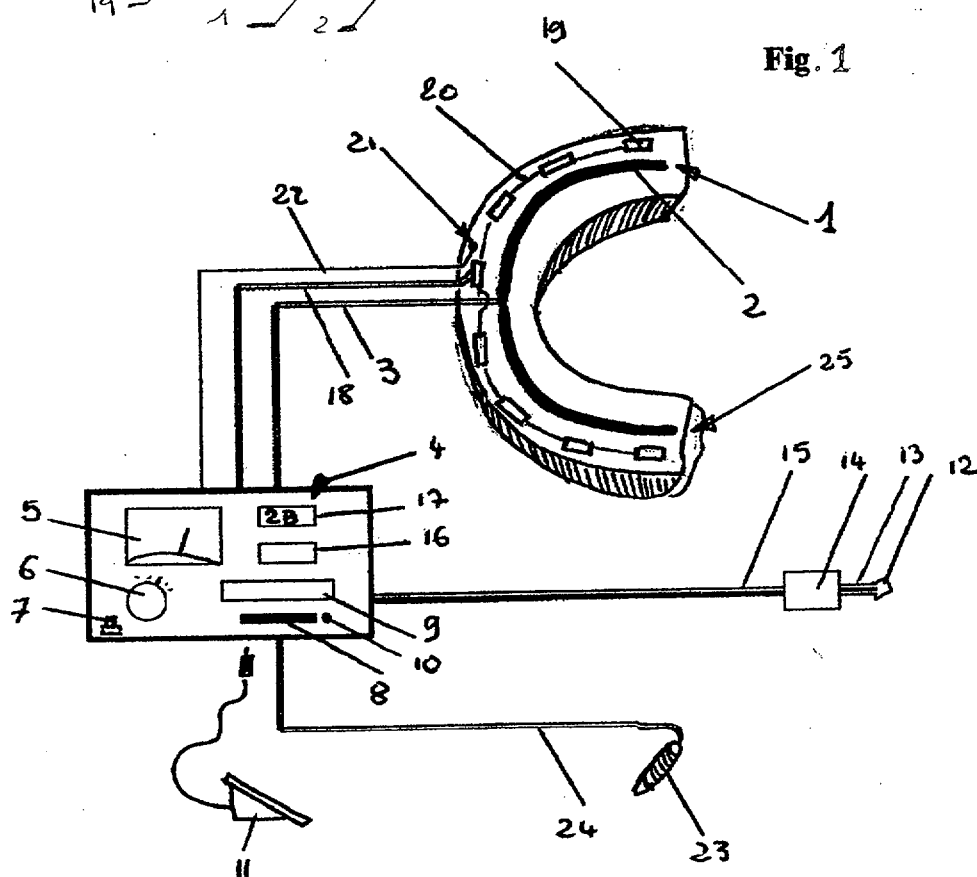
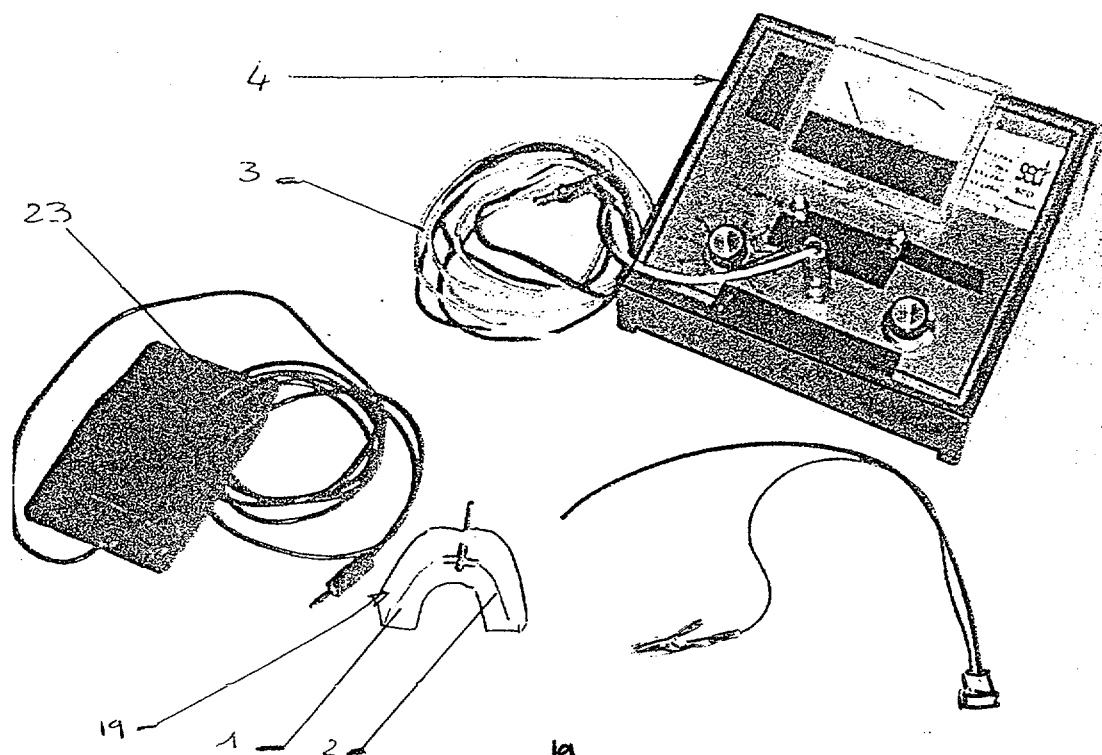


Planche 2 / 6

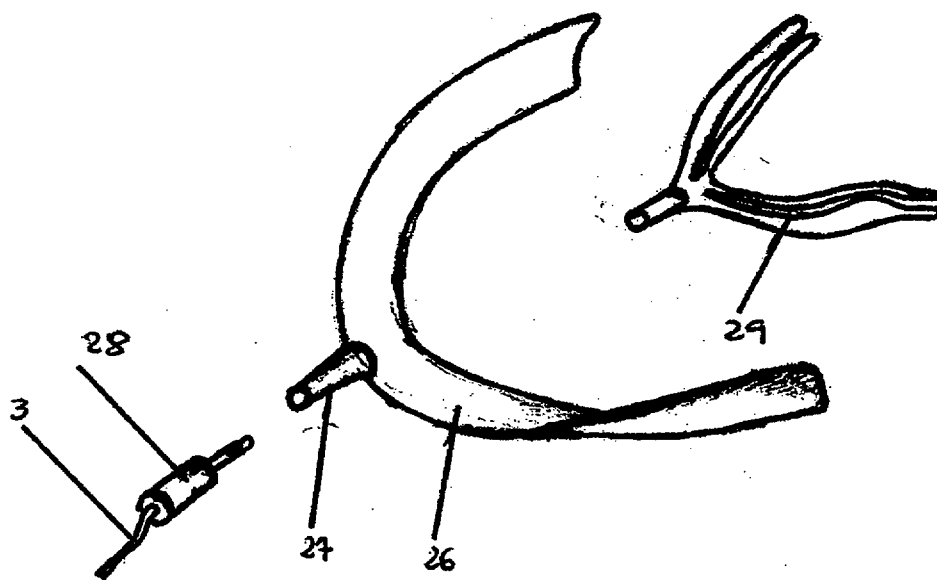


Fig. 3

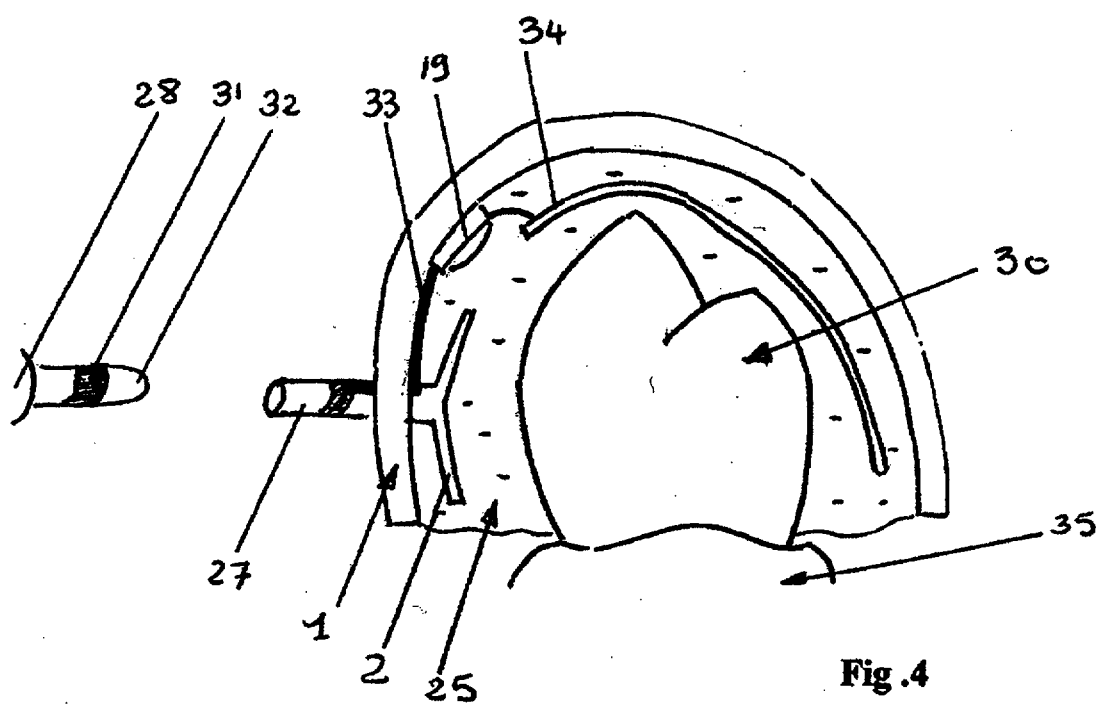


Fig. 4

Planche 3 / 6

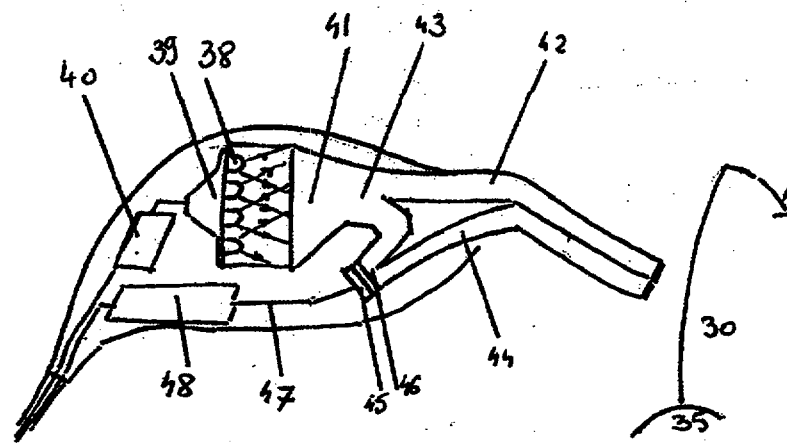


Fig. 5a

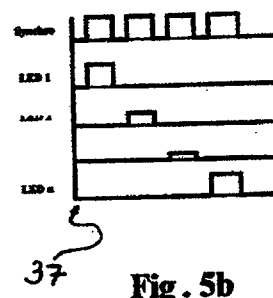
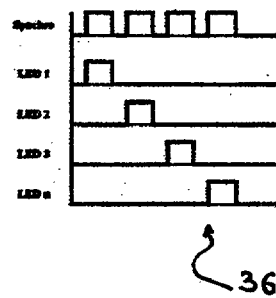


Fig. 5b

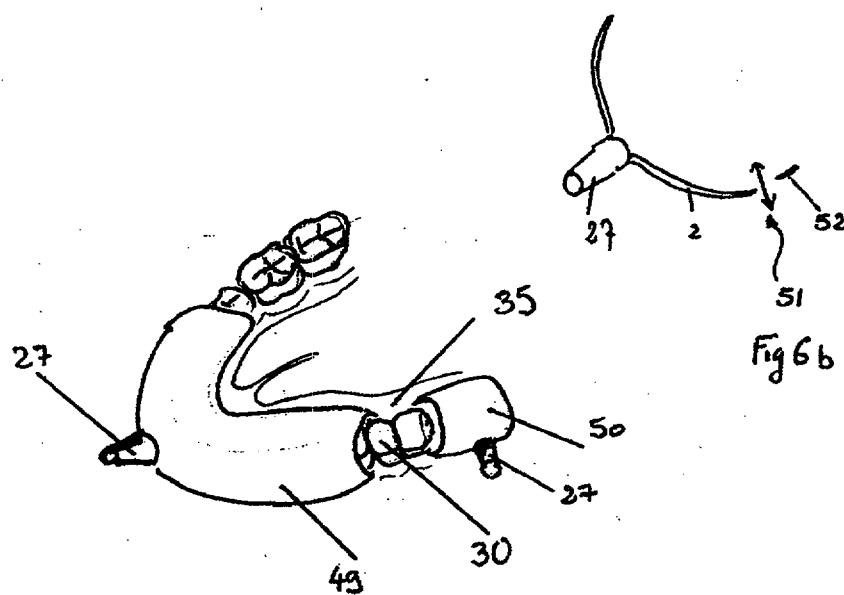


Fig. 6a

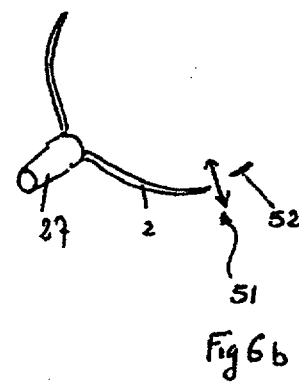


Fig 6b

Planche 4 / 6

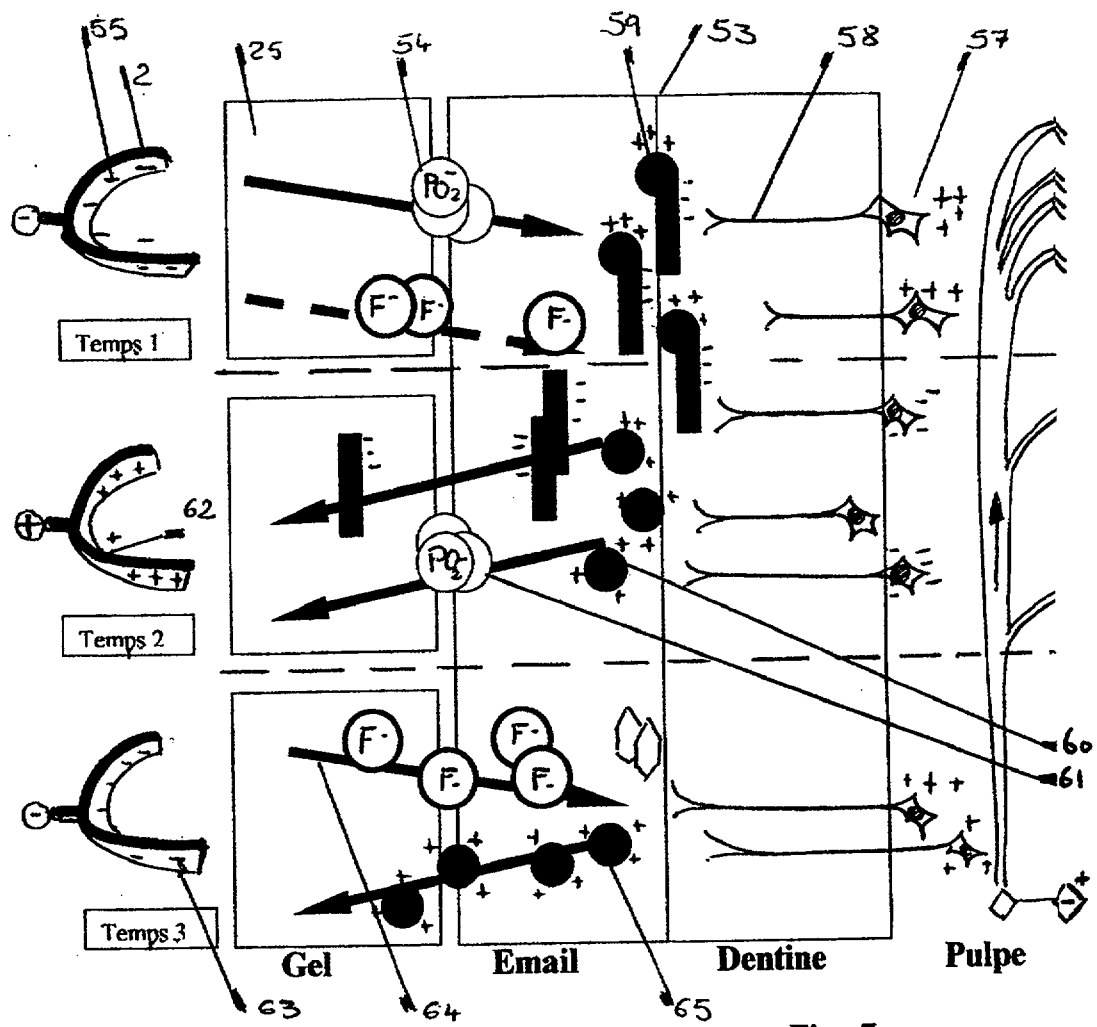


Fig. 7

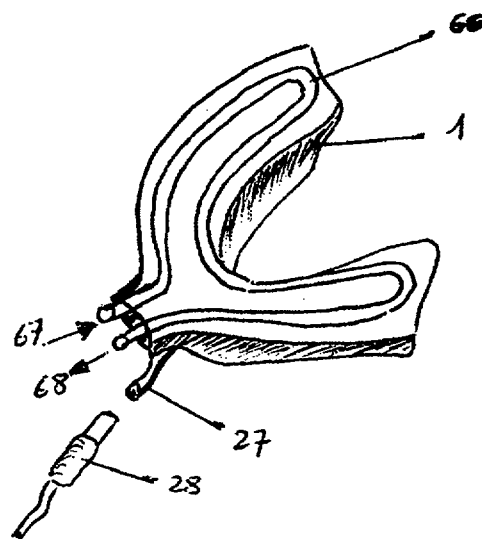


Fig. 8

Planche 5 / 6

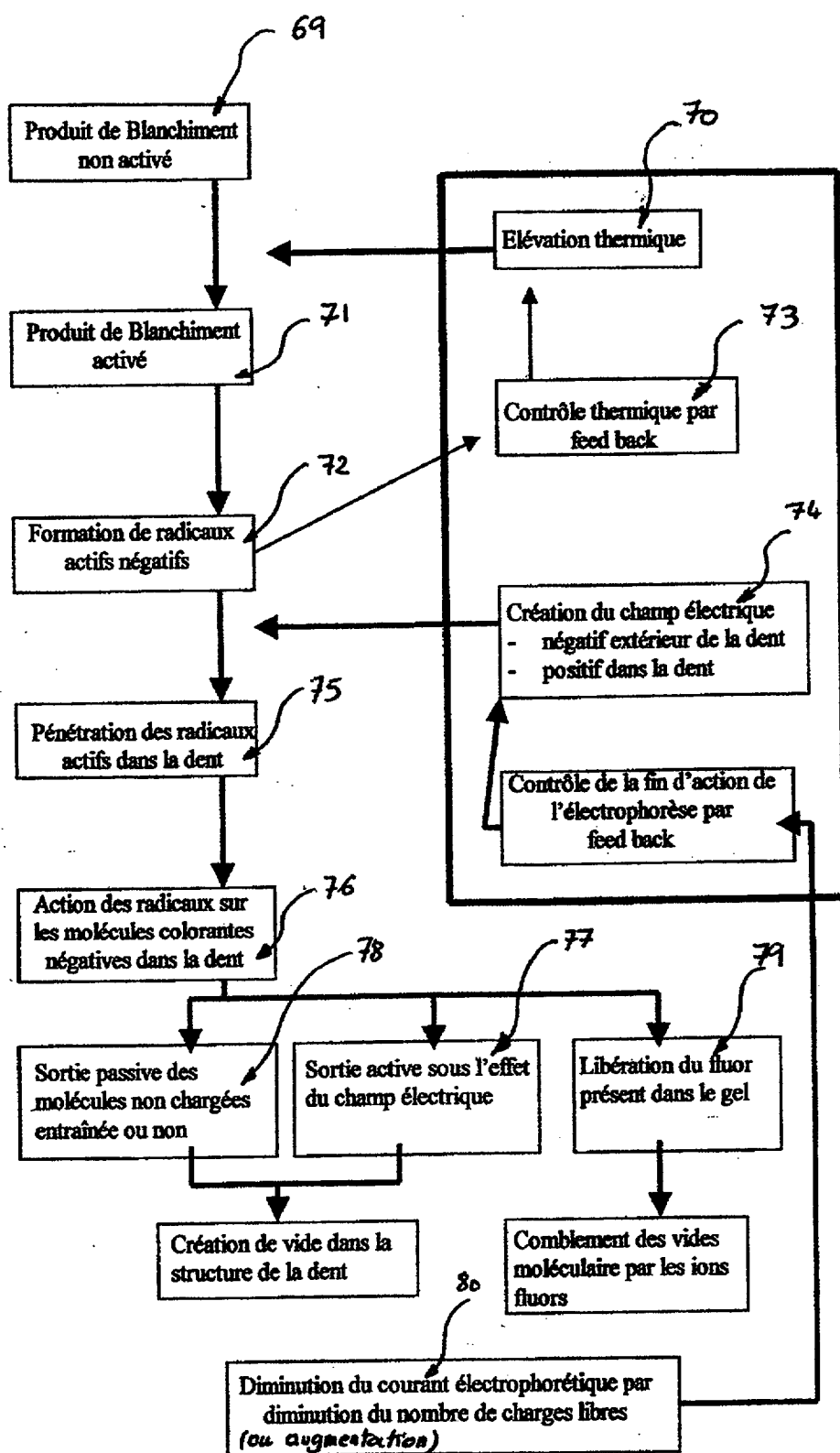


Fig. 9

Planche 6 / 6

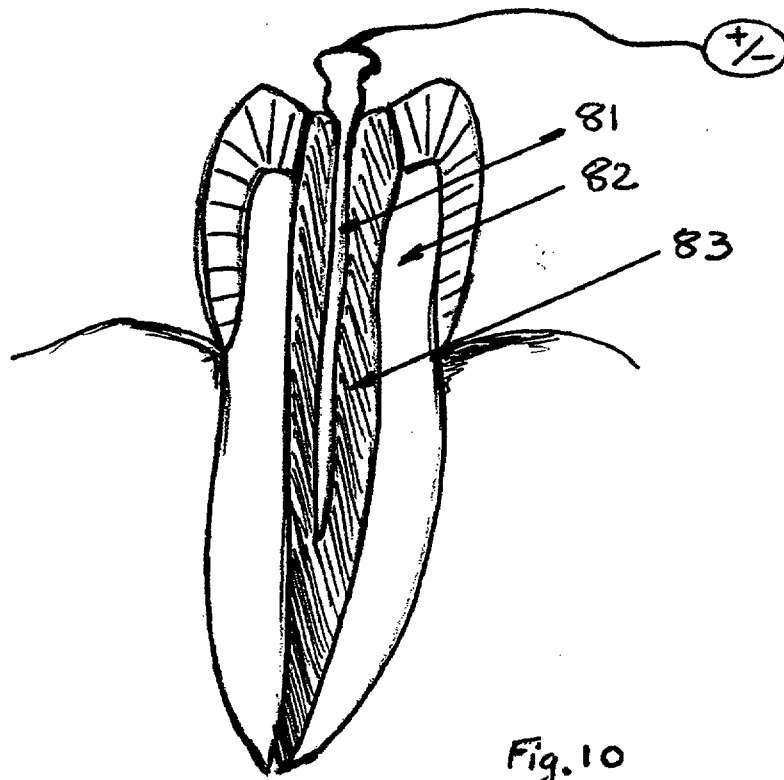


Fig. 10

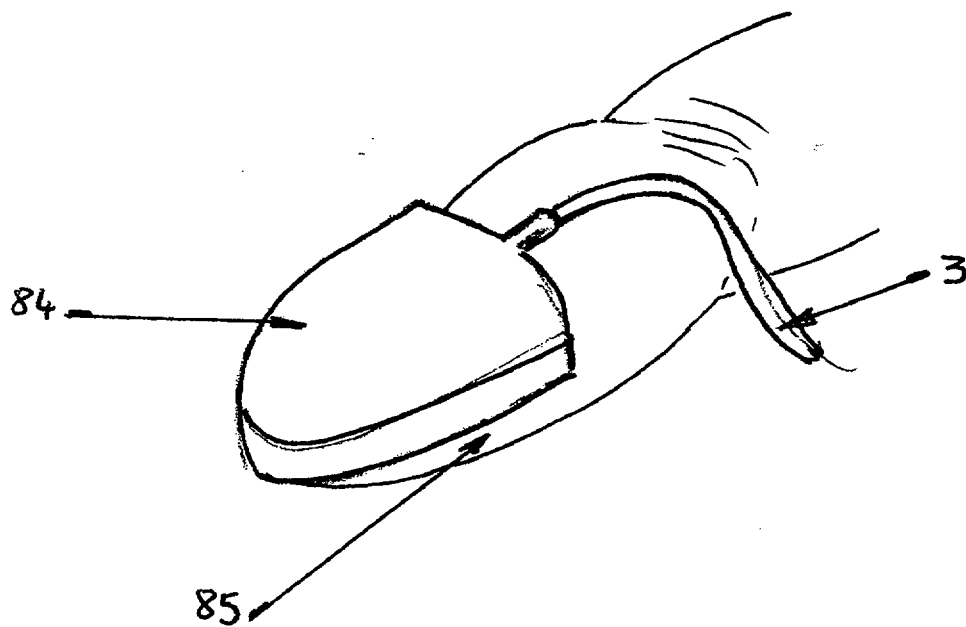


Fig. 11

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-17 et R.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

Après l'accomplissement de la procédure prévue par les textes rappelés ci-dessus, le brevet est délivré. L'Institut National de la Propriété Industrielle n'est pas habilité, sauf dans le cas d'absence **manifeste** de nouveauté, à en refuser la délivrance. La validité d'un brevet relève exclusivement de l'appréciation des tribunaux.

L'I.N.P.I. doit toutefois annexer à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention. Ce rapport porte sur les revendications figurant au brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DU PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

- ☐ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.
- ☒ Le demandeur a maintenu les revendications.
- ☐ Le demandeur a modifié les revendications.
- ☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n' étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.
- ☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.
- ☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITÉS DANS LE PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

- ☐ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.
- ☒ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.
- ☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.
- ☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1.ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION	
Référence des documents (avec indication, le cas échéant, des parties pertinentes)	Revendications du brevet concernées
NEANT	
2.ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL WO 01 80945 A (DOCTORS TECH CO LTD ;CHO HEE YOON (KR); KIM WON SEOK (KR); PARK JO) 1 novembre 2001 (2001-11-01) US 5 246 019 A (BALZER WOLFGANG R ET AL) 21 septembre 1993 (1993-09-21) WO 98 06456 A (LIGHT SCIENCES LP) 19 février 1998 (1998-02-19) WO 01 91853 A (BIOPHORETIC THERAPEUTIC SYSTEM) 6 décembre 2001 (2001-12-06) US 6 385 487 B1 (HENLEY JULIAN L) 7 mai 2002 (2002-05-07)	
3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES	
Référence des documents (avec indication, le cas échéant, des parties pertinentes)	Revendications du brevet concernées
NEANT	