

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ PROCÉDE DE CONTROLE DU POSITIONNEMENT DE DENTS.

⑫② Date de dépôt : 19.09.13.

⑫③ Priorité :

⑥① Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : SALAH PHILIPPE — FR.

⑫③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 20.03.15 Bulletin 15/12.

⑫⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 16.02.18 Bulletin 18/07.

⑫⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : SALAH PHILIPPE, SALAH
EMMANUEL et AYACHE WILLIAM.

⑦③ Titulaire(s) : DENTAL MONITORING Société par
actions simplifiée.

⑦④ Mandataire(s) : CABINET NONY.



PROCEDE DE CONTROLE DU POSITIONNEMENT DE DENTS

Domaine technique

La présente invention concerne un procédé de contrôle du positionnement de dents d'un patient et un programme informatique pour la mise en œuvre de ce procédé.

5 **Etat de la technique**

Après un traitement orthodontique, il est nécessaire que le patient traité fasse régulièrement contrôler sa dentition, notamment afin de vérifier que la position des dents n'évolue pas défavorablement. Cette évolution défavorable est encore appelée « récidence ». Classiquement, le patient se rend donc à intervalles réguliers chez son orthodontiste afin
10 d'effectuer ces contrôles. Il peut également se rendre chez son dentiste, à même de détecter toute imperfection dans le positionnement des dents.

De nombreux patients n'effectuent pas ces visites de contrôle, qui permettraient la détection d'éventuelles situations de récidence. Les dents peuvent ainsi reprendre une position de mal occlusion qui, pour être corrigée, nécessite un nouveau traitement
15 orthodontique, pouvant être aussi important que le traitement initial.

En outre, les visites sont contraignantes pour le patient et constituent un élément de stress pour l'orthodontiste

Un objectif de la présente invention est de répondre, au moins partiellement, aux problèmes susmentionnés.

20 **Résumé de l'invention**

L'invention fournit un procédé de contrôle du positionnement de dents d'un patient, ledit procédé comportant les étapes suivantes :

- a) modélisation d'un positionnement cible desdites dents sous la forme d'un modèle cible;
- 25 b) après un intervalle de temps, modélisation d'un positionnement actualisé desdites dents sous la forme d'un modèle actualisé;
- c) comparaison desdits modèles cible et actualisé.

Un procédé selon l'invention peut encore comporter une ou plusieurs des caractéristiques optionnelles suivantes :

- le modèle cible est un modèle tridimensionnel ;
- le modèle cible fournit une information sur le positionnement des dents avec une erreur inférieure à 5/10 mm, de préférence inférieure à 3/10 mm, de préférence inférieure à 1/10 mm ;
- 5 - l'intervalle de temps est supérieur à 1 mois et/ou est déterminé par le patient ou, de préférence, par un orthodontiste;
- l'étape b) est réalisée à distance de l'étape a), c'est-à-dire dans un lieu différent de celui dans lequel est réalisée l'étape a), en particulier à plus de 50 m, plus de 100 m, plus de 1 km du lieu où est réalisée l'étape a), en particulier hors cabinet
- 10 orthodontique ;
- l'étape b) n'est pas réalisée dans un cabinet dentaire, un cabinet d'orthodontie ou un laboratoire d'orthodontie ;
- on utilise un appareil individuel choisi dans le groupe formé par un téléphone mobile, un appareil photo dit « connecté », une montre dite « intelligente », ou « smartwatch »,
- 15 une tablette numérique, un scanner 3D portable et un ordinateur couplé un système d'acquisition d'images, telle une webcam ou un appareil photo numérique, pour mettre en œuvre l'étape b) et/ou l'étape c), de préférence l'étape b) et l'étape c) ;
- le modèle actualisé comporte une vidéo ou une photo des dents du patient, de préférence une photo prise face au patient, une photo prise du côté droit du patient et
- 20 une photo prise du côté gauche du patient ;
- le modèle actualisé comporte une vidéo des dents du patient ;
- l'étape b) est de préférence réalisée par le patient ou un proche du patient, mais peut être réalisée par un dentiste ;
- à l'étape b), une ou plusieurs photos et/ou vidéos des dents du patient sont traitées afin
- 25 de créer un modèle actualisé tridimensionnel ;
- préalablement à l'étape c), de préférence préalablement à l'étape b), le patient ou un professionnel des soins dentaires charge le modèle cible dans ledit appareil individuel ou le met à disposition pour chargement dans ledit appareil individuel ; le patient charge de préférence le modèle cible à partir d'Internet ;
- 30 - à l'étape c), on génère une information dont le contenu dépend de la différence ou "distance" entre les modèles cible et actualisé et, de préférence, on transmet cette information audit patient et/ou à un professionnel des soins dentaires ;

- en fonction de la comparaison à l'étape c), on informe le patient et/ou un professionnel des soins dentaires, de la probable nécessité d'une consultation d'un dentiste ou d'un orthodontiste ;
- l'étape c) de comparaison des modèles est réalisée soit sur un appareil personnel du patient, soit avec un applicatif chez un professionnel des soins dentaires, soit avec un serveur tierce dédié.

L'invention concerne aussi l'utilisation d'un procédé selon l'invention pour

- détecter une récurrence, et/ou
- déterminer une vitesse d'évolution d'un changement de positions des dents, et/ou
- optimiser la date de prise de rendez-vous chez un orthodontiste ou un dentiste, et/ou
- évaluer l'efficacité d'un traitement orthodontique, et/ou
- évaluer l'évolution du positionnement de dents vers un modèle théorique correspondant à un positionnement déterminé des dents, en particulier un positionnement amélioré des dents.

L'invention concerne également un programme d'ordinateur, et en particulier un applicatif spécialisé configuré pour la mise en œuvre de l'étape b) et/ou de l'étape c), de préférence des deux étapes b) et c), un support informatique sur lequel est enregistré un tel programme informatique, par exemple une mémoire ou un CD-ROM, et un appareil personnel, en particulier un téléphone mobile ou une tablette, dans lequel est chargé un tel programme.

L'appareil personnel peut en particulier comporter un module d'acquisition et/ou un module de traitement et/ou un module de comparaison et/ou un module de communication comportant une ou plusieurs des caractéristiques décrites ci-après, de manière à pouvoir exécuter une ou plusieurs des opérations d'un procédé selon l'invention.

L'invention concerne enfin un système comportant

- un professionnel des soins dentaires,
- un patient,

ledit professionnel étant équipé d'un appareil apte à mettre en œuvre l'étape a) d'un procédé selon l'invention, de préférence pour créer un modèle tridimensionnel de la dentition dudit patient,

ledit patient étant équipé d'un appareil personnel, de préférence d'un téléphone mobile, chargé avec un applicatif spécialisé apte à mettre en œuvre des étapes b) et c) d'un procédé selon invention.

Le professionnel peut en particulier être équipé d'un scanner tridimensionnel.

5 **Définitions**

Par « patient », on entend toute personne pour laquelle un procédé est mis en œuvre afin d'en contrôler les dents, que cette personne soit malade ou non.

Par « professionnel des soins dentaires », on entend un dentiste, un orthodontiste ou un laboratoire d'orthodontie.

- 10 Par « dentiste », on entend un dentiste ou un assistant dentaire travaillant sous la responsabilité d'un dentiste.

On appelle "téléphone mobile" un appareil de moins de 500 g, doté d'un capteur lui permettant de capturer des images, capable d'échanger des données avec un autre appareil éloigné de plus de 500 km du téléphone mobile, et capable d'afficher lesdites données, et
15 notamment lesdites images.

Une « tablette » est un ordinateur portable à écran tactile.

Un scanner 3D est un appareil permettant d'obtenir une représentation en trois dimensions d'un objet.

- 20 Par "comprenant un" ou "comportant un", on entend "comportant au moins un", sauf indication contraire.

Brève description des figures

- D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront encore à la lecture de la description détaillée qui va suivre et à l'examen du dessin annexé dans lequel la figure 1 et la figure 2 illustrent respectivement un procédé et le contenu d'un téléphone mobile
25 pouvant être utilisé pour la mise en œuvre d'un procédé selon l'invention.

Description détaillée

Un procédé selon l'invention comporte les étapes a) à c) mentionnées ci-dessus.

Sans que cela soit limitatif, le procédé décrit ci-après est mis en œuvre pour contrôler la récurrence après un traitement orthodontique.

A l'étape a), un modèle cible 8 des dents du patient est créé (voir figure 1).

De préférence, le modèle cible est préparé moins de six mois, de préférence moins de trois
5 mois, de préférence encore moins de un mois après la fin du traitement orthodontique, généralement immédiatement après la fin du traitement. Il correspond ainsi à un positionnement sensiblement optimal des dents.

La forme du modèle cible n'est pas limitée. Il peut s'agir en particulier d'un modèle numérique en trois dimensions, mais aussi d'une image, d'une photo en deux dimensions,
10 par exemple une photo panoramique, un film. Dans un mode de réalisation, le modèle cible peut être constitué par une ou plusieurs mesures effectuées sur les dents, par exemple la mesure d'un écartement entre deux dents adjacentes.

De préférence, le modèle cible est un modèle numérique à trois dimensions de la dentition du patient, par exemple du type .stl ou .Obj, .DXF 3D, IGES, STEP, VDA, ou Nuages de
15 points. Avantagusement, un tel modèle, dit « 3D », peut être observé selon un angle quelconque.

Le modèle cible peut être préparé à partir de mesures effectuées sur les dents du patient ou sur un modèle physique de ses dents, par exemple un modèle en plâtre.

Le modèle cible est de préférence créé au moyen d'un appareil professionnel 9, par
20 exemple au moyen d'un scanner 3D, de préférence mis en œuvre par un professionnel de la santé, par exemple par un orthodontiste ou un laboratoire d'orthodontie 10. Dans un cabinet d'orthodontie, le patient 12 ou le modèle physique de ses dents peuvent être avantagusement disposés dans une position précise et les moyens d'acquisition peuvent être perfectionnés. Il en résulte un modèle cible très précis.

25 Le modèle cible peut être stocké dans une base de données centralisée, regroupant les modèles cible d'une pluralité de patients. Cette base de données peut être physiquement installée dans un établissement spécialisé. Elle peut être également installée dans un laboratoire ou un cabinet d'orthodontie, ce qui limite les transferts d'informations confidentielles.

Dans un mode de réalisation, le modèle cible, ou une copie du modèle cible, est remis au patient. De préférence, un fichier informatique correspondant au modèle cible est enregistré sur un support amovible, par exemple sur une clé USB ou sur une carte électronique, de préférence sur un téléphone mobile, une tablette ou un ordinateur portable
5 du patient, et en particulier sur l'appareil personnel qui sera utilisé à l'étape b).

A l'étape b), après un intervalle de temps Δt , un modèle actualisé 16 est créé.

L'intervalle de temps Δt peut être prédéterminé. Il peut être constant, quelle que soit l'occurrence du procédé, c'est-à-dire que cet intervalle concerne la première exécution du procédé ou une exécution ultérieure. Il peut être variable, et dépendre par exemple des
10 résultats d'une étape c) antérieure. En particulier, l'intervalle de temps Δt peut être d'autant plus court que cette étape c) a détecté une dérive importante.

Dans un mode de réalisation préféré, l'intervalle de temps Δt est déterminé par l'orthodontiste, en fonction d'un planning des contrôles. En fonction de l'évolution de la position des dents, l'orthodontiste peut modifier ce planning et modifier en conséquence
15 l'intervalle de temps Δt . Dans un mode de réalisation, le procédé de contrôle met en œuvre plusieurs cycles comportant chacun une étape b) et une étape c), les intervalles de temps entre chaque cycle pouvant être identiques ou différents. Les intervalles des temps entre deux cycles successifs peuvent être tous déterminés avant l'exécution du premier cycle pour correspondre à un planning de contrôles élaboré par l'orthodontiste.

20 L'intervalle de temps Δt peut être également indéterminé et dépendre par exemple de décisions du patient. Par exemple, la création d'un modèle actualisé peut être effectuée à l'occasion d'un rendez-vous chez le dentiste ou à tout moment lorsque le patient le souhaite.

L'intervalle de temps Δt est de préférence déterminé pour correspondre à une évolution
25 potentiellement significative du positionnement des dents. De préférence, la première année après le traitement, l'intervalle de temps Δt est inférieur à trois mois. Après cette première année, l'intervalle de temps Δt est de préférence supérieur à un mois, voire supérieur à six mois ou supérieur à douze mois. En particulier pour la détection d'une dérive des dents, un intervalle de temps compris entre six mois et dix-huit mois est adapté.

30 De préférence, au moins un rappel informant le patient de la nécessité de créer un modèle actualisé est adressé au patient. Ce rappel peut être sous forme papier ou, de préférence,

sous forme électronique, par exemple sous la forme d'un courriel, d'une alerte automatique de l'applicatif spécialisé mobile ou d'un SMS. Un tel rappel peut être envoyé par le cabinet ou le laboratoire d'orthodontie 10, ou par le dentiste, par exemple.

5 Le modèle actualisé peut être préparé comme le modèle cible ou non. Il peut avoir un format identique ou différent de celui du modèle cible.

De préférence, le modèle actualisé 16 est créé avec un appareil personnel 18 couramment disponible dans le commerce, par exemple un téléphone mobile ou une tablette ou un ordinateur personnel, fixe ou portable, de préférence un appareil photo. Le modèle actualisé 16 peut en particulier être créé par le patient lui-même ou par un de ses proches.

10 A cet effet, un applicatif spécialisé est de préférence chargé dans l'appareil personnel 18. L'appareil personnel pèse de préférence moins de 3 kg, moins de 2 kg, moins de 1 kg, moins de 500 g, de préférence moins de 300 g.

De préférence encore, le modèle actualisé 16 est constitué à partir de, ou est constitué par une photo, en particulier une photo panoramique, ou un film. Dans un mode de réalisation

15 préféré, le modèle actualisé est constitué par au moins une photo, de préférence par au moins trois photos, correspondant à une vue de face, une vue à droite et une vue à gauche des dents du patient. Des photos peuvent être prises soit pour l'arcade supérieure, soit pour l'arcade inférieure, soit pour les deux.

L'appareil personnel fournit de préférence des images en couleurs, et/ou des images

20 infrarouges de la bouche du patient, voire du visage du patient. Les images infrarouges permettent avantageusement de faire apparaître les dents avec un excellent contraste.

Comme représenté sur la figure 2, l'appareil personnel 18 comporte un module d'acquisition 20, ou « de capture », et de préférence un module de traitement 22, de préférence encore un module de comparaison 24, et de préférence un module de

25 communication 25.

De préférence, l'appareil personnel du patient comporte un applicatif spécialisé comportant un ou plusieurs de ces modules, de préférence l'ensemble de ces modules. De préférence encore, cet applicatif gère les rappels et informe le patient de la nécessité de créer un modèle actualisé.

De préférence, l'applicatif spécialisé est chargé dans l'appareil personnel à partir d'un support physique comme une clé USB ou un CD-ROM, ou est téléchargé sur internet ou par voie hertzienne. Dans un mode de réalisation, l'applicatif spécialisé est fourni au patient par le cabinet et/ou le laboratoire d'orthodontie. Il peut en particulier prendre la

5 forme d'un applicatif du type de ceux couramment téléchargés sur les iPhones de la marque Apple® ou les appareils de toutes marques mettant en œuvre les systèmes d'exploitation Android® ou tout autre système d'exploitation.

Le module d'acquisition 20 comporte de préférence un appareil photo ou une caméra vidéo ou infrarouge, que l'utilisateur, par exemple le patient ou un de ses proches,

10 positionne au moyen d'un viseur ou d'un écran, avant de l'actionner.

De préférence, le module d'acquisition 20 comporte des moyens détrompeurs facilitant ce positionnement.

L'utilisateur peut être guidé par des messages écrits et/ou vocaux pour l'acquisition. Par exemple, l'appareil personnel peut annoncer « prenez une photo de face », émettre un

15 signal pour informer l'utilisateur que la photo est acceptable ou qu'au contraire, il doit refaire une photo, annoncer « prenez une photo de droite », de préférence en affichant une flèche pour orienter l'utilisateur, etc. La fin du processus d'acquisition peut être également annoncée par l'appareil. L'appareil peut également aider au positionnement de l'appareil personnel, par exemple par des messages visuels (par exemple par affichage de flèches),

20 et/ou sonores (comme une succession de bips dont la fréquence augmente à mesure que le positionnement de l'appareil s'améliore), et/ou écrits et/ou vocaux (« plus haut », plus bas », etc.).

Les moyens détrompeurs peuvent en particulier comporter des marques de repérage qui apparaissent sur le viseur ou l'écran. Les marques de repérage peuvent par exemple

25 comporter une ligne destinée à être alignée avec la direction générale de la jointure entre les dents supérieures et les dents inférieures lorsque les dents sont serrées par le patient, ou une ligne verticale destinée à être alignée avec la jointure entre les deux incisives supérieures. Les marques de repérage peuvent également faire référence à d'autres parties du patient. Par exemple, elles peuvent être constituées par des marques correspondant à la

30 position des yeux ou prendre la forme d'un contour dans lequel doit être positionné la bouche ou le visage du patient. Dans un mode de réalisation, les marques de repérage

correspondent à un référentiel, par exemple sous la forme d'un écarteur ou d'un dispositif de prise de vue intra-bucal, de préférence remis au patient lors d'un rendez-vous avec son orthodontiste ou dentiste, que le patient doit positionner dans une position prédéterminée lors de l'acquisition. Par exemple, le référentiel peut être destiné à être mordu par le patient.

Dans un mode de réalisation préféré, les moyens détrompeurs sont définis, au moins partiellement, à partir d'informations fournies par le modèle cible. Par exemple, suivant les principes de la « réalité augmentée », tout ou partie du modèle cible, éventuellement retraité, peut être rendu visible sur ledit écran ou ledit viseur lors de l'acquisition.

10 Le retraitement du modèle cible pour faciliter l'acquisition, ou « retraitement d'acquisition », peut par exemple comprendre la création d'une ou plusieurs images ou d'une vue tridimensionnelle dans laquelle les dents apparaissent en transparence. Il peut aussi comprendre la génération d'images en deux dimensions, notamment à partir d'un modèle cible en trois dimensions, par exemple la génération d'une vue de face, d'une vue
15 de droite et d'une vue de gauche.

Le retraitement d'acquisition peut être effectué, par exemple sur un serveur dédié, de préférence par un professionnel des soins dentaires, en particulier immédiatement après la création du modèle cible. Avantageusement, le professionnel des soins dentaires peut disposer d'une puissance de calcul permettant d'obtenir des moyens détrompeurs
20 perfectionnés. Le retraitement d'acquisition est de préférence effectué par l'appareil personnel, en particulier avec l'applicatif spécialisé.

De préférence, l'information issue du modèle cible et utilisée pour créer les moyens détrompeurs est téléchargée dans l'appareil personnel 18.

De préférence, au moins une partie du modèle cible apparaît en transparence à l'utilisateur
25 lors de l'acquisition. Dans un mode de réalisation, seul le contour des dents apparaît à l'utilisateur. Il est ainsi très facile pour ce dernier de superposer le modèle cible qui apparaît en transparence avec les dents du patient qu'il doit prendre en photo ou filmer. En particulier, lorsque la création du modèle actualisé nécessite de prendre une ou plusieurs photos, de préférence des photos vue de face, vue de droite et vue de gauche, l'écran ou le
30 viseur affiche de préférence une vue correspondante du modèle cible, de préférence une représentation filaire.

Si l'acquisition est faite en vidéo ou en panoramique, un prérendu en temps réel peut être fait pendant l'acquisition. Ce prérendu guidera l'utilisateur sur les zones manquantes et/ou sélectionnera les photos ou les images vidéo les plus nettes ou mieux interpolées pour construire le modèle actualisé.

- 5 De préférence, **le module de traitement 22** est configuré pour transformer l'information acquise par le module d'acquisition, par exemple des photos, en un modèle actualisé pouvant être comparé avec le modèle cible. Le module de traitement 22 peut par exemple traiter les images acquises afin de créer un modèle actualisé numérique, de préférence en trois dimensions.
- 10 De préférence, le module de traitement 22 comporte également des moyens pour affiner les informations acquises. Par exemple, en comparant les informations acquises et des informations issues du modèle cible, il peut détecter des déformations d'une image résultant d'un positionnement inadapté de l'objectif de l'appareil photo, positionné par exemple en contre-plongée. Dans un mode de réalisation, des informations provenant d'un
- 15 ou plusieurs modèles actualisés antérieurs sont utilisées pour affiner les informations acquises.

A l'étape c), une comparaison est effectuée entre le modèle actualisé et le modèle cible.

- Un prétraitement du modèle cible peut être nécessaire à cet effet. Par exemple, lorsque le modèle actualisé comporte de préférence une photo, le module de traitement 22 comporte
- 20 des moyens pour identifier, dans le modèle cible, la vue présentant le plus de similitudes avec ladite photo. Cette vue est alors comparée à ladite photo.

La comparaison entre les modèles cible et actualisé peut être réalisée par 2 types d'algorithme, bien connus :

- Algorithmes de comparaison entre des représentations 2D, telles que des photos :
- 25 Ces algorithmes comparent des photos prises selon le même point de vue et/ou déduites par analyse d'un modèle 3D, notamment pour déterminer une vue de ce modèle correspondant à l'orientation souhaitée.
- Algorithmes de comparaison entre deux modèles tridimensionnels : Un modèle tridimensionnel cible est alors comparé à un modèle actualisé tridimensionnel, par
- 30 exemple obtenu par extrapolation 3D de représentations 2D. Cette comparaison

peut être réalisée automatiquement ou semi-automatiquement par des algorithmes dits « de best-fit 3D » ou manuellement avec des outils d'alignement 3D, notamment par sélection, sur chacun des modèles, de trois points correspondant à des emplacements identiques. En variante, on peut calculer la différence de distance entre des points caractéristiques sur le modèle cible et la distance entre ces mêmes points caractéristiques sur le modèle actualisé. Ces points caractéristiques sont de préférence les pointes cuspidiennes des dents du patient.

De préférence, le modèle cible est chargé dans l'appareil personnel par l'organisme qui l'a créé, ce qui limite les risques de divulgation d'informations personnelles. La comparaison peut alors être effectuée par l'applicatif spécialisé.

La comparaison fournit classiquement une "distance" entre les deux modèles.

Cette distance peut être interprétée directement par le patient, l'orthodontiste ou le dentiste. De préférence, le module de comparaison 24 compare ladite distance avec un seuil d'acceptabilité et fournit une information pratique. En particulier, si la distance est inférieure au seuil d'acceptabilité, l'information pratique peut être qu'aucune action n'est à engager alors que si la distance est supérieure au seuil d'acceptabilité, l'information pratique peut être de prévoir une visite de contrôle chez le dentiste ou chez l'orthodontiste.

Dans un mode de réalisation, le module de comparaison fournit différentes informations pratiques en fonction du positionnement de ladite distance par rapport à plusieurs seuils. Par exemple, lorsque la distance dépasse un seuil critique, l'information pratique peut consister à informer de la nécessité de consulter d'urgence le dentiste ou l'orthodontiste.

Le ou les seuils utilisés par le module de comparaison peuvent être prédéterminé(s). Dans un mode de réalisation, ils sont paramétrables. De préférence, ils peuvent être fixés et modifiés à tout moment, en particulier par un professionnel des soins dentaires.

En fonction de l'information pratique reçue, le patient peut se rendre chez l'orthodontiste ou le dentiste afin de recevoir un traitement thérapeutique ou prophylactique.

De préférence, la mise en œuvre d'une étape c) engendre immédiatement l'engagement d'un nouveau délai pour réaliser de nouvelles étapes b) et c). Avantageusement, le contrôle de la dérive éventuelle des dents est ainsi permanent.

Dans un mode de réalisation, l'information pratique est utilisée pour modifier l'intervalle de temps après lequel le patient devra être averti qu'un nouveau modèle actualisé doit être créé.

5 Dans un mode de réalisation, l'appareil individuel permet d'afficher des images, voire une séquence d'images montrant le positionnement des dents à différentes dates. Ces images peuvent être présentées sous la forme d'une animation.

Le module de communication 25 est optionnel, en particulier si, à l'étape a), le modèle cible et l'applicatif spécialisé ont été chargés dans l'appareil personnel.

10 Il permet à l'appareil personnel 18 de recevoir les rappels destinés au patient, mais aussi des informations utiles pour les autres modules, par exemple des informations relatives au modèle cible, notamment pour créer des marques de repérage. Le module de communication 25 permet également de transmettre, si nécessaire, le modèle actualisé et/ou les résultats de la comparaison effectuée à l'étape c), et notamment les informations pratiques, en particulier à un dentiste ou à un orthodontiste.

15 Ces informations peuvent être transmises immédiatement ou à des moments prédéterminés. Par exemple les modèles actualisés peuvent être envoyés à l'orthodontiste, notamment sous la forme de rapports, à une fréquence paramétrable.

Le module de communication 25 est de préférence configuré pour transmettre et/ou recevoir des données de manière sécurisée.

20 La communication peut être par exemple effectuée, au moins en partie, par la voie hertzienne, de préférence suivant au moins un protocole choisi parmi les protocoles edge, 3G, 4G, udmsa, hpdmsa, bluetooth, et wifi, ou par tout autre protocole, actuel ou futur, adapté aux équipements mobiles ou nomades, par synchronisation filaire avec l'ordinateur personnel, ou par transmission optique.

25 Comme cela apparaît clairement à présent, un procédé selon l'invention permet un contrôle précis et efficace de l'évolution du positionnement des dents du patient, sensiblement sans contrainte pour le patient. Le patient peut donc facilement mettre en œuvre ce procédé et le risque de récurrence est donc substantiellement diminué.

30 En aucun cas, ce procédé n'intervient dans le maintien des dents dans leur position de fin de traitement. Il ne remplace pas la pose d'une contention de fin de traitement.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits ci-dessus et représentés.

De préférence, le traitement des images acquises et la comparaison sont effectués par le même appareil personnel que celui qui effectue l'acquisition. De préférence encore, le
5 modèle cible est chargé dans cet appareil personnel, de préférence par le cabinet d'orthodontie ou le laboratoire d'orthodontie qui a créé le modèle cible. Avantageusement, on limite ainsi les communications de données confidentielles.

Plusieurs appareils différents peuvent cependant être également mis en œuvre. Par exemple, l'acquisition peut être effectuée avec un téléphone mobile et le traitement et la
10 comparaison par un ordinateur fixe.

Par ailleurs, le traitement des images capturées et/ou la comparaison ne sont pas nécessairement mis en œuvre dans l'appareil personnel. En particulier, un ou plusieurs de ces modules peuvent être mis en œuvre dans un cabinet dentaire, un cabinet orthodontique ou un laboratoire orthodontique. Par exemple, dans un mode de réalisation, l'étape b) peut
15 être mise en œuvre par le dentiste ou l'orthodontiste.

Toutes les caractéristiques relatives à l'appareil personnel décrites ci-dessus peuvent alors être appliquées à l'appareil mis en œuvre par le dentiste ou l'orthodontiste.

Une acquisition par le dentiste ou l'orthodontiste permet avantageusement un bon positionnement du patient, ce qui assure des prises de vues précises et améliore la qualité
20 de la comparaison.

En outre, avantageusement, la sécurité des transferts d'informations relatives au modèle cible ou au modèle actualisé (notamment si la comparaison est effectuée à l'extérieur des locaux du dentiste ou de l'orthodontiste) en est améliorée.

De préférence, le module d'acquisition et/ou le module de traitement et/ou le module de
25 comparaison sont alors intégrés dans l'équipement professionnel du dentiste ou de l'orthodontiste. De préférence encore, l'acquisition est effectuée dans des positions prédéterminées, de préférence de manière automatique, c'est-à-dire sans intervention du dentiste ou de l'orthodontiste.

Pour le dentiste, la mise en œuvre du procédé permet avantageusement de détecter des
30 déplacements imperceptibles à l'œil, par exemple une perte d'expansion, ou des

déplacements des dents par rapport à un modèle cible qui ne correspond pas à un positionnement idéal, mais, par exemple, au meilleur positionnement que le traitement orthodontique a pu produire.

5 Le domaine d'application d'un procédé selon l'invention n'est pas non plus limité à la détection d'une dérive du positionnement des dents afin de prendre ultérieurement des mesures pour contrecarrer cette dérive.

10 Un procédé selon l'invention peut être également utilisé pour contrôler l'évolution de la position des dents indépendamment d'un traitement d'orthodontie, par exemple pour mesurer la vitesse à laquelle les dents bougent. Une telle mesure peut être utile à des fins d'études.

En répétant les étapes b) et c), il est aussi possible d'évaluer la vitesse à laquelle un traitement orthodontique fait évoluer la position des dents, et ainsi de mesurer l'efficacité de ce traitement. Dans ce mode de réalisation, l'étape a) est optionnelle.

15 Un procédé selon l'invention peut par exemple être utilisé pour suivre à distance l'évolution d'un traitement orthodontique, et ainsi optimiser les rendez-vous des patients chez leurs orthodontistes.

20 Le modèle cible ne correspond pas nécessairement à un positionnement optimal des dents. Un procédé selon l'invention peut ainsi être utilisé dans le cadre d'un traitement orthodontique. En particulier, le modèle cible peut être un modèle théorique que le traitement orthodontique essaie d'atteindre. En mettant en œuvre le procédé, le patient peut ainsi, quand il le souhaite, constater l'évolution du positionnement de ses dents et apprécier le rapprochement du modèle théorique.

Enfin, le patient n'est pas limité à un être humain. En particulier, un procédé selon l'invention peut être utilisé pour un autre animal.

REVENDICATIONS

1. Procédé de contrôle du positionnement de dents d'un patient, ledit procédé comportant les étapes suivantes :
 - 5 a) moins de 6 mois après la fin d'un traitement orthodontique, modélisation d'un positionnement cible desdites dents sous la forme d'un modèle cible;
 - b) après un intervalle de temps, modélisation d'un positionnement actualisé desdites dents sous la forme d'un modèle actualisé;
 - c) comparaison desdits modèles cible et actualisé.
- 10 2. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel le modèle cible est un modèle tridimensionnel.
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel à l'étape a), la modélisation est effectuée pour que le modèle cible fournisse une information sur le positionnement des dents avec une erreur inférieure à 1/10 mm.
- 15 4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'intervalle de temps est supérieur à 1 mois.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'étape a) est réalisée au moyen d'un scanner 3D et l'étape b) est réalisée au moyen d'un téléphone mobile ou d'une tablette ou d'un ordinateur personnel.
- 20 6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel on utilise un appareil individuel choisi dans le groupe formé par un appareil photo connecté, une montre intelligente, une tablette numérique, un scanner 3D portable et un ordinateur couplé un système d'acquisition d'images, telle une webcam ou un appareil photo numérique, pour mettre en œuvre l'étape b) et/ou l'étape c).
- 25 7. Procédé selon la revendication immédiatement précédente, dans lequel, préalablement à l'étape c), de préférence préalablement à l'étape b), le patient ou un professionnel des soins dentaires charge le modèle cible dans ledit appareil individuel.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le modèle actualisé comporte une vidéo ou une photo des dents du patient, de préférence une photo prise face au patient, une photo prise du côté droit du patient et une photo prise du côté gauche du patient.
- 5 9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le modèle actualisé comporte une vidéo des dents du patient.
10. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel, à l'étape b), une ou plusieurs photos des dents du patient sont traitées afin de créer un modèle actualisé tridimensionnel.
- 10 11. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel, à l'étape b), une ou plusieurs vidéos sont traitées afin de créer un modèle actualisé tridimensionnel.
12. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel, à l'étape c), on génère une information dont le contenu dépend de la différence entre les
15 modèles cible et actualisé et, de préférence, on transmet cette information audit patient et/ou à un professionnel des soins dentaires.
13. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel, en fonction de la comparaison à l'étape c), un module de communication d'un appareil personnel du patient informe le patient et/ou un professionnel des soins dentaires, de la
20 probable nécessité d'une consultation d'un dentiste ou d'un orthodontiste.
14. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel un téléphone mobile ou une tablette ou un ordinateur personnel du patient transmet le modèle actualisé et/ou les résultats de la comparaison effectuée à l'étape c) à un dentiste ou à un orthodontiste.
- 25 15. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'étape c) de comparaison des modèles est réalisée soit sur un appareil personnel du patient, soit avec un applicatif chez un professionnel des soins dentaires, soit avec un serveur tierce dédié.

16. Utilisation d'un procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes pour
- déterminer une vitesse d'évolution d'un changement de position de dents, et/ou
 - optimiser la date de prise de rendez-vous chez un orthodontiste ou un dentiste, et/ou
- 5 - évaluer l'évolution du positionnement de dents vers un modèle théorique correspondant à un positionnement déterminé des dents, en particulier un positionnement amélioré des dents.
17. Système comportant
- un appareil équipant un professionnel des soins dentaires et apte à mettre en œuvre
- 10 l'étape a) d'un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, de préférence pour créer un modèle tridimensionnel de la dentition dudit patient,
- un appareil personnel équipant un patient, chargé avec un applicatif spécialisé apte à mettre en œuvre des étapes b) et c) d'un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 15.
- 15 18. Système selon la revendication 17, dans lequel l'appareil personnel est un téléphone mobile.

1/1

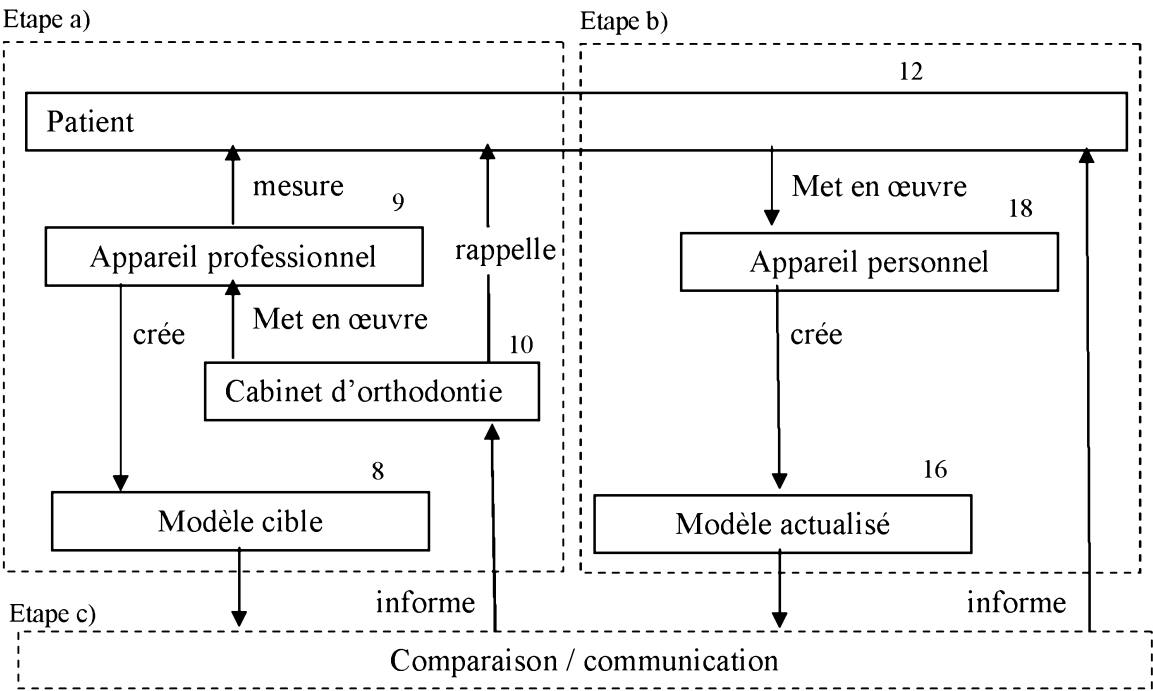


FIG. 1

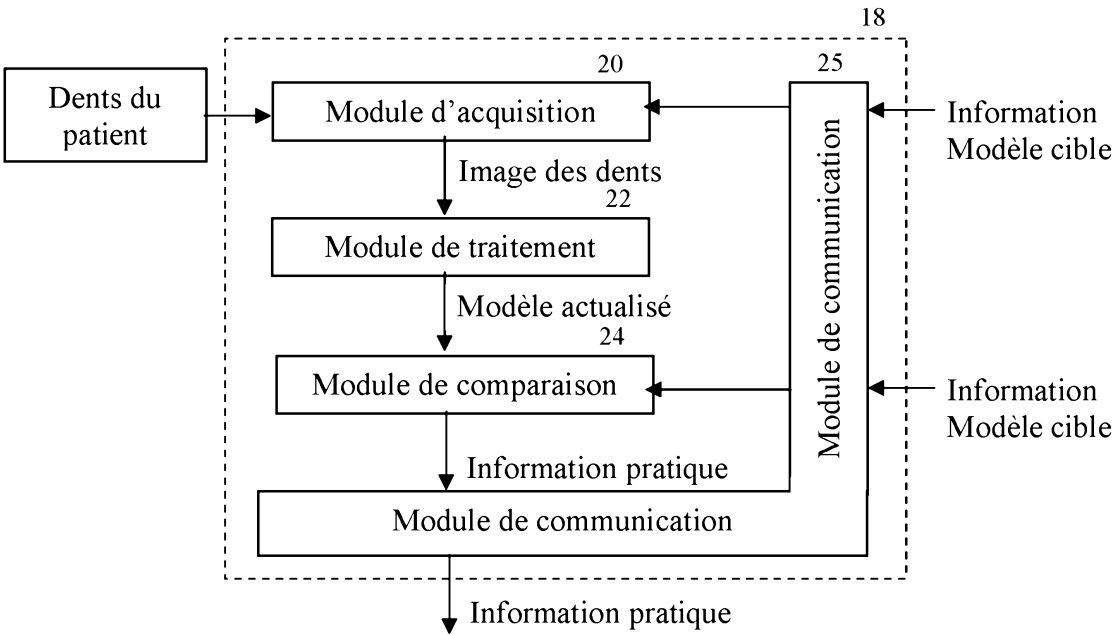


FIG. 2

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

L'I.N.P.I. annexe 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, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du 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**

US 2008/306724 A1 (KITCHING IAN [US] ET AL)
11 décembre 2008 (2008-12-11)

US 2006/136267 A1 (BRACKETT CAMERON [US] ET AL)
22 juin 2006 (2006-06-22)

US 2010/042440 A1 (JOAO RAYMOND ANTHONY [US])
18 février 2010 (2010-02-18)

CA 2 292 141 A1 (VOUDOURIS JOHN [CA])
15 juin 2001 (2001-06-15)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT