

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 17.02.23.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 23.08.24 Bulletin 24/34.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : MAILHES David — FR.

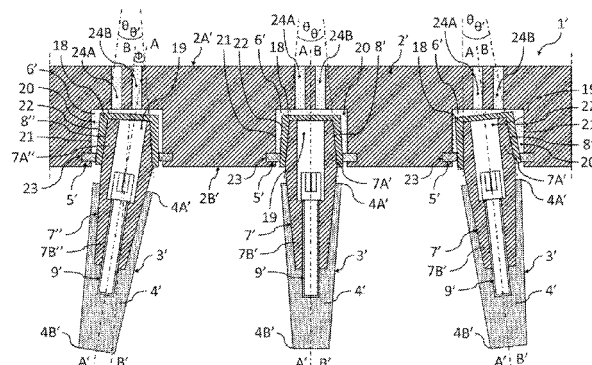
72 Inventeur(s) : MAILHES David.

73 Titulaire(s) : MAILHES David.

74 Mandataire(s) : Cabinet DIDIER MARTIN.

54 DISPOSITIF PROTHETIQUE DENTAIRE COMPRENANT UNE PIECE DE LIAISON DEFORMABLE.

57 Dispositif prothétique dentaire comprenant une pièce de liaison déformable. L'invention concerne en particulier un dispositif prothétique dentaire (1') comprenant une armature (2') rigide de prothèse dentaire et un système de liaison pour fixer cette dernière à des implants dentaires (3'), le système de liaison comprenant au moins une pièce de liaison déformable (5') autorisant un ajustement d'une position et / ou d'une orientation relative entre l'armature et au moins un des implants dentaires par déformation de la pièce de liaison déformable lors d'une fixation de l'armature aux implants dentaires, et un moyen d'immobilisation (6') relative de la pièce de liaison déformable et de l'armature dans une configuration déformée de la pièce de liaison déformable. Dispositifs prothétiques dentaires. Figure pour l'abrégé : Fig. 3.



Description

Titre de l'invention : DISPOSITIF PROTHETIQUE DENTAIRE COMPRENANT UNE PIECE DE LIAISON DEFORMABLE

- [0001] La présente invention se rapporte au domaine technique des dispositifs prothétiques dentaires, mis en œuvre dans le cadre de procédures de restauration dentaire, et au domaine technique des procédés de planification assistée par ordinateur de procédures de restauration dentaire.
- [0002] L'invention concerne plus précisément un dispositif prothétique dentaire comprenant une armature rigide de prothèse dentaire et un système de liaison pour fixer ladite armature de prothèse dentaire à une pluralité d'implants dentaires. L'invention concerne également un procédé mis en œuvre par ordinateur pour planifier une procédure de restauration dentaire à l'aide d'un tel dispositif prothétique dentaire.
- [0003] L'implantologie dentaire est une discipline chirurgicale pratiquée par les chirurgiens-dentistes, inventée en Suède dans les années 1980, et qui consiste à placer un ou plusieurs implants dentaires dans l'os d'un maxillaire ou d'une mandibule d'un patient, dans le cadre d'une procédure de restauration dentaire, en vue de supporter une prothèse dentaire destinée à remplacer une ou plusieurs dents naturelles manquantes. La prothèse dentaire peut être unitaire, lorsqu'elle vise à remplacer une seule dent naturelle. Elle peut alors être fixée sur un seul implant dentaire. Alternativement, la prothèse dentaire peut être plurale, lorsqu'elle vise à remplacer plusieurs dents naturelles. Dans ce cas, la prothèse dentaire nécessite d'être supportée par une pluralité d'implants dentaires.
- [0004] Pour certains patients, en l'absence totale de dents naturelles au niveau des maxillaires et / ou de la mandibule, il peut être envisagé de réaliser une restauration dentaire par la pose d'une prothèse dentaire complète de l'arcade supérieure et / ou de l'arcade inférieure. La prothèse dentaire peut alors typiquement prendre la forme générale d'un « fer à cheval » prothétique supporté par une pluralité d'implants dentaires (généralement entre 4 et 8 implants dentaires pour une arcade). Un tel traitement de restauration dentaire est aussi réalisé lorsqu'il est nécessaire d'extraire toutes les dents naturelles d'un patient. Historiquement, le recours à un dentier amovible provisoire était la seule alternative technique possible.
- [0005] Le concept de mise en charge immédiate a été imaginé pour rendre service à de tels patients dentés qui doivent être édentés. Cela consiste à réaliser de manière aussi concomitante que possible, typiquement en cabinet dentaire, les étapes d'extraction des dents naturelles, de pose des implants dentaires, puis de pose d'une prothèse dentaire provisoire fixe supportée par les implants dentaires, de sorte que le patient puisse im-

médiatement disposer d'une dentition provisoire dans l'attente de la fabrication et de la pose d'une prothèse dentaire d'usage (ou « définitive »). Cette intervention chirurgicale, d'une durée généralement comprise entre 4 et 6 heures, reste cependant éprouvante pour les patients. Le port de la prothèse dentaire provisoire dure généralement environ 6 mois, le temps d'obtenir une cicatrisation complète de la gencive opérée et une bonne ostéointégration des implants dentaires. Puis, 6 mois environ après cette intervention, la prothèse dentaire provisoire est déposée et une empreinte de la position réelle des implants dentaires en bouche est réalisée pour permettre la confection puis la pose d'une prothèse dentaire d'usage.

[0006] Afin de faciliter la mise en place de la prothèse dentaire, on cherche généralement à faire en sorte de définir un axe de fixation unique de la prothèse dentaire sur les implants dentaires. Or, compte tenu d'un certain nombre de contraintes anatomiques à respecter, il n'est généralement pas possible de poser les implants dentaires dans la mâchoire du patient de sorte que les directions d'ancrage des implants dentaires sont parfaitement parallèles entre elles de manière à définir un axe de fixation unique de la prothèse dentaire sur les implants dentaires. Des piliers prothétiques à tête conique, éventuellement angulés, sont souvent utilisés en combinaison avec les implants dentaires, afin de tenter de définir au mieux un axe de fixation unique de la prothèse dentaire aux implants dentaires, en compensant un tel manque de parallélisme volontaire des directions d'ancrage des implants dentaires. Pour autant, de tels piliers prothétiques ne permettent pas toujours une compensation idéale du manque de parallélisme des implants dentaires.

[0007] Un certain nombre de solutions informatiques existe aujourd'hui en dentisterie afin de planifier au mieux une telle procédure de restauration dentaire. L'association de certaines d'entre elles, au sein d'un flux numérique dentaire, permet ainsi d'améliorer la qualité esthétique de la prothèse provisoire tout en réduisant la durée de l'intervention chirurgicale. Les principales étapes d'un tel flux numérique dentaire sont en général les suivantes :

- définition du futur sourire du patient grâce à un photomontage spécifique afin de définir un projet prothétique en deux dimensions ;
- numérisation des arcades du patient avec un scanner intra-oral, pour obtenir des images en trois dimensions, sur lesquelles sont associés les volumes osseux et le projet prothétique en volume. Les implants dentaires sont alors positionnés informatiquement, selon le meilleur compromis entre ces différents éléments ;
- une prothèse dentaire provisoire, issue du projet prothétique en trois dimensions, est ensuite fabriquée, généralement par un laboratoire de prothèses dentaires. Un guide chirurgical (ou « gabarit de perçage ») est également fabriqué afin de permettre la pose des implants dentaires dans le corps du patient lors de l'intervention chirurgicale dans

une position la plus proche possible de celle ainsi préalablement planifiée de manière informatique.

- [0008] En dépit de la grande précision permise la mise en œuvre d'un tel flux numérique et l'utilisation d'un guide chirurgical pour le perçage de la masse osseuse dans laquelle les implants dentaires doivent être ancrés, il est néanmoins techniquement impossible de placer l'ensemble des implants dentaires nécessaires de façon parfaitement superposable avec la position préalablement planifiée de manière informatique. En effet, l'os est un matériau inhomogène et la main du chirurgien-dentiste, aussi expérimenté soit-il, induit forcément un certain degré d'imprécision de positionnement des implants dentaires.
- [0009] De plus, la mise en œuvre éventuelle de piliers prothétiques à tête conique et / ou angulés en association avec les implants dentaires, dont la planification se fait manuellement, hors flux numérique, à l'aide d'un modèle en plâtre réalisé à partir d'une empreinte prise des implants dentaires après que ces derniers ont été ancrés dans le corps du patient, peut être soumise elle-aussi à un risque d'imprécision lié à l'intervention manuelle du chirurgien-dentiste, tant lors de la planification que lors de la pose dans la cavité buccale du patient.
- [0010] Ainsi, il s'avère nécessaire de parvenir à compenser de la manière la plus efficace possible, d'éventuelles défauts ou imprécisions d'agencement relatifs des implants dentaires et de la prothèse dentaire à fixer à ces derniers, afin de permettre une pose efficace, rapide et précise de la prothèse dentaire.
- [0011] Les objets assignés à l'invention visent par conséquent à apporter une réponse aux besoins et problématiques susvisés, et à proposer en particulier un nouveau dispositif prothétique dentaire permettant une pose efficace, rapide et précise d'une prothèse dentaire, en particulier d'une prothèse dentaire provisoire, dans le cadre d'une procédure de restauration dentaire.
- [0012] Un autre objet de l'invention vise à proposer un nouveau dispositif prothétique dentaire qui permet de conférer à une prothèse dentaire, une fixation et un support optimal assurant un bon transfert à la masse osseuse des efforts mécaniques appliqués sur la prothèse dentaire en usage de cette dernière par le patient.
- [0013] Un autre objet de l'invention vise à proposer un nouveau dispositif prothétique dentaire qui permet de réduire le temps d'intervention pour la pose d'une prothèse dentaire, et de réduire l'inconfort généré pour le patient.
- [0014] Un autre objet de l'invention vise à proposer un nouveau dispositif prothétique dentaire de conception particulièrement simple et robuste.
- [0015] Un autre objet de l'invention vise à proposer un nouveau dispositif prothétique dentaire de conception particulièrement pratique à mettre en œuvre.
- [0016] Un autre objet de l'invention vise à proposer un nouveau dispositif prothétique

dentaire qui est relativement peu coûteux à fabriquer.

- [0017] Un autre objet de l'invention vise à proposer un nouveau procédé de planification d'une procédure de restauration dentaire permettant une mise en œuvre optimale d'un tel nouveau dispositif prothétique dentaire dans le cadre d'une telle procédure de restauration dentaire, et d'autoriser une mise en charge immédiate d'une prothèse dentaire, et en particulier d'une prothèse dentaire provisoire.
- [0018] Les objets assignés à l'invention sont atteints à l'aide d'un dispositif prothétique dentaire comprenant une armature rigide de prothèse dentaire et un système de liaison pour fixer ladite armature de prothèse dentaire à une pluralité d'implants dentaires, ledit système de liaison comprenant :
- au moins une pièce de liaison déformable autorisant un ajustement d'une position et / ou d'une orientation relative entre l'armature de prothèse dentaire et au moins un des implants dentaires par déformation de ladite pièce de liaison déformable lors d'une fixation de ladite armature de prothèse dentaire auxdits implants dentaires, et
 - un moyen d'immobilisation relative de la pièce de liaison déformable et de l'armature de prothèse dentaire dans une configuration déformée de la pièce de liaison déformable.
- [0019] Les objets assignés à l'invention sont également atteints à l'aide d'un procédé mis en œuvre par ordinateur pour planifier une procédure de restauration dentaire à l'aide d'un dispositif prothétique dentaire susceptible d'être conforme à l'invention, ledit procédé comprenant les étapes de
- définition d'un modèle virtuel tridimensionnel d'au moins une portion d'une cavité buccale d'un patient et d'une mâchoire définissant ladite cavité buccale, en utilisant des données d'imagerie d'une situation anatomique de ladite cavité buccale et de ladite mâchoire ;
 - définition, à partir dudit modèle virtuel tridimensionnel, d'un plan chirurgical virtuel préopératoire comprenant des données de positions et d'orientations spatiales d'une pluralité d'implants dentaires à ancrer dans la mâchoire du patient ;
 - détermination automatique, pour chacun desdits implants dentaires, à partir desdites données de positions et d'orientations spatiales, d'un écart angulaire entre la direction d'ancrage respective desdits implants dentaires et une direction de référence prédéfinie ;
 - détermination automatique, pour chacun desdits implants dentaires, à partir d'une bibliothèque de modèles numériques tridimensionnels d'une pluralité de piliers prothétiques, incluant des piliers prothétiques rotatifs angulés selon une pluralité d'angulations différentes, et de préférence également au moins un pilier prothétique non angulé, d'un modèle numérique tridimensionnel de pilier prothétique correspondant et d'une orientation spatiale angulaire de la tête dudit pilier prothétique par

rapport à la direction d'ancrage de l'implant dentaire qui conduisent, une fois le pilier prothétique fixé audit implant dentaire, à une déviation angulaire minimale entre une direction d'extension moyenne de la tête du pilier prothétique et de ladite direction de référence prédéfinie ;

– définition d'un modèle virtuel tridimensionnel dans lequel chacun des modèles numériques tridimensionnels de piliers prothétiques ainsi déterminés est positionné fixé à l'implant dentaire correspondant suivant ladite orientation spatiale angulaire déterminée de la tête dudit pilier prothétique, puis

– définition d'une clé virtuelle de positionnement et d'orientation spatiale desdits piliers prothétiques dans la cavité buccale du patient.

[0020] D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront et ressortiront plus en détails à la lecture de la description faite ci-après, en référence aux dessins annexés, donnés uniquement à titre d'exemples illustratifs et non limitatifs, parmi lesquels :

[0021] [Fig.1] la [Fig.1] illustre, de manière schématique et selon une vue en coupe tronquée, un exemple d'un mode de réalisation d'un dispositif dentaire prothétique conforme à l'invention, dans lequel l'armature de prothèse dentaire et le système de liaison sont conçus et configurés pour assurer une fixation de l'armature de prothèse dentaire aux implants dentaires par transfixation de l'armature de prothèse dentaire. Le système de liaison est illustré ici dans un état pré-assemblé à l'armature de prothèse dentaire, et l'armature de prothèse dentaire est illustrée reliée dans un état pré-fixé aux implants dentaires. Afin de faire ressortir certaines caractéristiques particulières de ce mode de réalisation, les échelles ne sont pas nécessairement respectées et les angulations peuvent être exagérées ;

[0022] [Fig.2] la [Fig.2] illustre, de manière schématique et selon une vue en coupe tronquée, le dispositif dentaire prothétique de la [Fig.1]. Le système de liaison est illustré dans un état assemblé à l'armature de prothèse dentaire, et l'armature de prothèse dentaire est illustrée reliée dans un état fixé aux implants dentaires par l'intermédiaire du système de liaison. Afin de faire ressortir certaines caractéristiques particulières de cette variante de fixation par transfixation, les échelles ne sont pas nécessairement respectées et les angulations peuvent être exagérées ;

[0023] [Fig.3] la [Fig.3] illustre, de manière schématique et selon une vue en coupe tronquée, un exemple d'un autre mode de réalisation d'un dispositif dentaire prothétique conforme à l'invention. Le système de liaison est illustré dans un état assemblé à l'armature de prothèse dentaire, et l'armature de prothèse dentaire du dispositif dentaire prothétique est représentée reliée dans un état fixé, ici selon une variante par cône de friction, aux implants dentaires par l'intermédiaire du système de liaison. Afin de faire ressortir certaines caractéristiques particulières de cette variante de fixation par cône de friction, les échelles ne sont pas nécessairement respectées et

les angulations peuvent être exagérées.

[0024] L'invention concerne, en premier lieu, un dispositif prothétique dentaire 1, 1' comprenant une armature 2, 2' rigide de prothèse dentaire et un système de liaison pour fixer ladite armature 2, 2' de prothèse dentaire à une pluralité d'implants dentaires 3, 3'. Ledit dispositif prothétique dentaire 1, 1' est avantageusement destiné à être mis en œuvre dans le cadre d'une procédure chirurgicale de restauration dentaire chez un patient, lequel est typiquement au moins partiellement édenté. Plus avantageusement encore, le dispositif prothétique dentaire 1, 1' est destiné à être mis en œuvre dans le cadre d'une procédure de restauration dentaire planifiée par ordinateur. Ladite armature 2, 2' de prothèse dentaire constitue une pièce structurelle de support rigide d'une prothèse dentaire comprenant typiquement une base de prothèse dentaire portant une pluralité de dents prothétiques, et destinée à être posée dans la cavité buccale d'un patient dans le cadre d'une procédure de restauration dentaire. On comprend ici qu'il s'agit d'une prothèse dentaire dite « fixe », à la différence d'une prothèse dentaire dite « amovible » (ou « dentier ») qui n'est pas supportée par, et fixée à, des implants dentaires, et que le patient peut donc déposer à volonté. Typiquement, l'armature 2, 2' de prothèse dentaire est (ou est à tout le moins destinée à être) au moins partiellement noyée dans une résine (formant une pluralité de dents prothétiques (non illustrées aux figures). De préférence, ladite armature 2, 2' de prothèse dentaire est monolithique, c'est-à-dire qu'elle est formée d'un seul tenant. Les dimensions et la forme de l'armature 2, 2' de prothèse dentaire peuvent notamment dépendre du nombre et de la position de dents naturelles que la prothèse dentaire est destinée à remplacer. L'armature 2, 2' de prothèse dentaire peut ainsi former une barre implantaire (ou « suprastructure implantaire »), plus ou moins arquée, et par exemple en « fer à cheval », selon le nombre de dents naturelles à remplacer. Typiquement, l'armature 2, 2' de prothèse dentaire présente une face occlusale 2A, 2A' (ou « face coronale »), destinée à être orientée en direction d'un plan occlusal (ou « plan d'occlusion dentaire ») du patient, et une face apicale 2B, 2B' opposée, destinée donc à être orientée en direction de l'os d'un maxillaire (ou « maxillaire supérieur ») ou d'une mandibule (ou « maxillaire inférieur ») correspondant(e). Avantageusement, l'armature 2, 2' de prothèse dentaire peut présenter des faces latérales (*i.e.* une face linguale (face interne), destinée à être orientée en regard de la langue du patient et / ou une face vestibulaire (face externe) opposée, destinée à être orientée en regard d'une lèvre du patient), qui relie ladite face occlusale 2A, 2A' à ladite face apicale 2B, 2B'.

[0025] L'armature 2, 2' de prothèse dentaire est de préférence métallique (par exemple en alliage de chrome et de cobalt (CrCo) ou en titane), et par exemple réalisée par frittage de poudre(s) métallique(s) ou par usinage. Alternativement, l'armature 2, 2' de prothèse dentaire pourrait être en matériau céramique, par exemple en zircone. Ty-

piquement, l'armature 2, 2' de prothèse dentaire est fabriquée sur-mesure pour le patient concerné.

[0026] Les implants dentaires 3, 3' concernés sont typiquement des implants endo-osseux, destinés à être insérés chirurgicalement dans la masse osseuse d'un maxillaire ou d'une mandibule d'un patient, en vue d'assurer la rétention et la stabilité de la prothèse dentaire par fixation de cette dernière audit maxillaire ou à ladite mandibule par l'intermédiaire desdits implants dentaires 3, 3'. Le système de liaison a ainsi pour fonction d'assurer la fixation, l'attachement, de l'armature 2, 2' de prothèse dentaire à chacun des implants dentaires 3, 3' de ladite pluralité d'implants dentaires 3, 3', une fois ces derniers ancrés dans le corps du patient. Typiquement, lesdits implants dentaires 3, 3' comprennent chacun un corps 4, 4' d'implant dentaire qui s'étend longitudinalement entre une extrémité occlusale 4A, 4A' (ou « coronale ») et une extrémité apicale 4B, 4B' opposée suivant une direction d'extension longitudinale moyenne qui définit avantageusement une direction A-A' d'ancrage de l'implant dentaire 3, 3' dans le corps du patient. De forme générale préférentiellement conique ou tronconique, allant en se rétrécissant depuis l'extrémité occlusale 4A, 4A' vers l'extrémité apicale 4B, 4B', le corps 4, 4' des implants dentaires 3, 3' est avantageusement pourvu d'un moyen d'ancrage (non illustré aux figures afin de simplifier ces dernières) dans la masse osseuse d'un maxillaire ou d'une mandibule, tel que par exemple un filetage externe ou des ailettes de rétention. Alternativement, mais de manière moins avantageuse en matière de robustesse d'ancrage, le corps 4, 4' des implants dentaires 3, 3' pourrait être destiné à être ancré dans la masse osseuse par impaction, et serait donc à ce titre dépourvu de filetage externe ou autres ailettes de rétention.

[0027] Conformément à l'invention, le système de liaison de l'armature 2, 2' de prothèse dentaire aux implants dentaires 3, 3' comprend au moins une pièce de liaison déformable 5A, 5B, 5' autorisant (c'est-à-dire conçue et configurée pour autoriser) un ajustement d'une position et / ou d'une orientation relative entre l'armature 2, 2' de prothèse dentaire et au moins un des implants dentaires 3, 3' par déformation de ladite pièce de liaison déformable 5A, 5B, 5' lors d'une fixation de ladite armature 2, 2' de prothèse dentaire auxdits implants dentaires 3, 3'. Ladite pièce de liaison déformable 5A, 5B, 5' est donc susceptible d'évoluer d'une configuration initiale qui est une configuration non déformée, à une configuration déformée, lors de la fixation de l'armature 2, 2' de prothèse dentaire auxdits implants dentaires 3, 3' à l'aide du système de liaison, afin d'autoriser ainsi un ajustement d'une position et / ou d'une orientation relative entre l'armature 2, 2' de prothèse dentaire et au moins un des implants dentaires 3, 3'. On entend ici avantageusement par « déformable », une capacité de la pièce de liaison déformable 5A, 5B, 5' à se déformer, plastiquement et / ou élastiquement, en particulier en compression et / ou en torsion et / ou encore en

flexion, sous l'effet d'un effort mécanique exercé (typiquement par un chirurgien-dentiste ou tout autre professionnel de la santé dentaire menant la procédure de restauration dentaire) à l'encontre de ladite pièce de liaison déformable 5A, 5B, 5' lors d'une fixation de l'armature 2, 2' de prothèse dentaire aux implants dentaires 3, 3'. En comparaison, l'armature 2, 2' de prothèse dentaire est rigide, comme évoqué précédemment, et donc avantageusement sensiblement non déformable sous l'effet dudit effort mécanique exercé à l'encontre de ladite pièce de liaison déformable 5A, 5B, 5' lors d'une fixation de l'armature 2, 2' de prothèse dentaire auxdits implants dentaires 3, 3'. En tout état de cause, la pièce de liaison déformable 5A, 5B, 5' présente une déformabilité plus importante qu'une déformabilité que pourrait éventuellement présenter respectivement l'armature 2, 2' de prothèse dentaire, sous l'effet dudit effort mécanique exercé lors d'une fixation de l'armature 2, 2' de prothèse dentaire aux implants dentaires 3, 3'. On comprend à ce titre que la pièce de liaison déformable 5A, 5B, 5' est avantageusement distincte de l'armature 2, 2' de prothèse dentaire.

[0028] Le système de liaison comprend avantageusement en outre un moyen 6, 6' d'immobilisation relative de la pièce de liaison déformable 5A, 5B, 5' et de l'armature 2, 2' de prothèse dentaire dans ladite configuration déformée de la pièce de liaison déformable 5A, 5B, 5', et donc pour figer, pour maintenir fixe, la position et / ou l'orientation relative(s) entre l'armature 2, 2' de prothèse dentaire et au moins l'un desdits implants dentaires 3, 3' correspondant ainsi ajustée(s). Ledit moyen 6, 6' d'immobilisation relative est avantageusement distinct de la pièce de liaison déformable 5A, 5B, 5' d'une part, et de l'armature 2, 2' de prothèse dentaire d'autre part. Ainsi, une fois déformée sous l'effet d'un effort mécanique exercé à son encontre lors de la fixation de l'armature 2, 2' de prothèse dentaire auxdits implants dentaires 3, 3', la pièce de liaison déformable 5A, 5B, 5' est immobilisée, en configuration déformée le cas échéant, par rapport à l'armature 2, 2' de prothèse dentaire. Par exemple, ledit moyen 6, 6' d'immobilisation relative peut comprendre au moins une vis, et / ou une substance adhésive, et / ou une substance durcissable (c'est-à-dire une substance qui, étant initialement dans un état fluide, peut être durcie, par exemple une résine autdurcissante).

[0029] Ainsi, grâce au dispositif prothétique dentaire 1, 1' et à son système de liaison, il devient possible de compenser facilement et efficacement un éventuel manque (volontaire ou non) de parallélisme des directions A-A' d'ancrage desdits implants dentaires 3, 3' et / ou un éventuel défaut (ou « imprécision ») de positionnement des extrémités occlusales 4A desdits implants dentaires 3, 3' suivant une direction verticale, en particulier par rapport à un agencement théorique des implants dentaires 3 prédéfini par ordinateur en amont de la mise en place des implants dentaires 3 dans le

corps du patient., en ajustant une position et / ou une orientation relative entre l'armature 2, 2' de prothèse dentaire et au moins un des implants dentaires 3, 3' par déformation de la pièce de liaison déformable 5A, 5B, 5'. L'immobilisation de cette dernière, à l'aide du moyen d'immobilisation 6, 6', permet alors d'assurer un maintien en position de l'armature 2, 2' de prothèse dentaire ainsi ajustée. Ainsi, le dispositif prothétique dentaire 1, 1' permet une pose efficace, rapide et précise d'une prothèse dentaire. Le temps d'intervention s'en trouve ainsi avantageusement réduit, ce qui rend ainsi l'intervention moins éprouvante pour le patient, mais également pour le chirurgien-dentiste. En particulier, il devient ainsi avantageusement possible de fabriquer une prothèse dentaire sur mesure, en amont de sa pose dans la cavité buccale du patient, qui peut être ensuite posée immédiatement lors d'une même opération chirurgicale au cours de laquelle les implants dentaires 3, 3' sont mis en place dans le corps du patient, sans nécessiter d'opération particulière de modification ou d'adaptation de la prothèse dentaire dans la cavité buccale du patient. Par ailleurs, il devient avantageusement possible de réaliser une suture de la gencive du patient, après mise en place des implants dentaires 3, 3', directement autour de la prothèse dentaire ainsi posée lors de la même opération chirurgicale, ce qui permet une cicatrisation optimale de la gencive selon une forme parfaitement adaptée à la prothèse dentaire. Le système de liaison particulier du dispositif prothétique dentaire 1, 1' selon l'invention permet en outre avantageusement de fournir à la prothèse dentaire un support optimal assurant un bon transfert à la masse osseuse des efforts mécaniques appliqués sur la prothèse dentaire en usage de cette dernière par le patient. Cela contribue avantageusement à la fiabilité mécanique de la prothèse dentaire en bouche et à une restauration optimale des fonctions de mastication du patient, dans le respect de l'anatomie de ce dernier.

[0030] De préférence, ladite au moins une pièce de liaison déformable 5A, 5B, 5' est en matériau polymère biocompatible, et de préférence encore en polyétheréthércétone (PEEK), un tel matériau offrant un excellent compromis en matière de propriétés de déformabilité et de robustesse mécanique. Eventuellement, ledit matériau polymère biocompatible peut être chargé.

[0031] De préférence, le système de liaison est fixable de manière détachable auxdits implants dentaires 3, 3'. En d'autres termes, ledit système de liaison est conçu et configuré pour fixer l'armature 2, 2' de prothèse dentaire aux implants dentaires 3, 3' de manière détachable, réversible. De la sorte, le dispositif prothétique dentaire 1, 1' peut en particulier être avantageusement mis en œuvre pour la réalisation et la pose (avantageusement immédiate) d'une prothèse dentaire provisoire (dispositif prothétique dentaire 1, 1' provisoire), par exemple dans l'attente d'une cicatrisation des tissus, d'une fabrication et d'une pose d'une prothèse dentaire dite « d'usage » (ou

parfois dite « définitive »).

- [0032] De manière préférentielle, comme dans les modes de réalisation illustrés aux figures, le système de liaison comprend une pluralité de piliers prothétiques 7, 7', 7'', chacun conçu et configuré pour être respectivement fixé à l'un desdits implants dentaires 3, 3', ladite au moins une pièce de liaison déformable 5A, 5B, 5' autorisant alors avantageusement un ajustement d'une position et / ou d'une orientation relative entre l'armature 2, 2' de prothèse dentaire et au moins l'un desdits piliers prothétiques 7, 7', 7'' par déformation de ladite pièce de liaison déformable 5A, 5B, 5' lors d'une fixation de ladite armature 2, 2' de prothèse dentaire auxdits implants dentaires 3, 3' par l'intermédiaire desdits piliers prothétiques 7, 7', 7''. Chacun des piliers prothétiques 7, 7', 7'' constitue donc un élément prothétique intermédiaire assurant (ou contribuant à tout le moins à assurer) une jonction entre l'un des implants dentaires 3, 3' et l'armature 2, 2' de prothèse dentaire.
- [0033] Avantageusement, chacun desdits piliers prothétiques 7, 7', 7'' comprend une tête 7A, 7A', 7A'' (ou « partie occlusale », ou encore « partie coronaire »), qui définit une extrémité occlusale et une surface occlusale 8, 8', 8'' (ou « extrémité / surface coronaire ») dudit pilier prothétique 7, 7', 7''. La tête 7A, 7A', 7A'' desdits piliers prothétiques 7, 7', 7'' s'étend typiquement selon une direction B-B' d'extension moyenne en direction de ladite extrémité occlusale du pilier prothétique 7, 7', 7''. Dans le cas où, comme illustré en exemple aux figures, les piliers prothétiques 7, 7', 7'' sont distincts des implants dentaires 3, 3', et ne forment donc pas chacun une pièce monolithique avec l'un des implants dentaires 3, 3' correspondant, chacun desdits piliers prothétiques 7, 7', 7'' comprend avantageusement une base de connexion 7B, 7B', 7B'', reliée à la tête 7A, 7A', 7A'' dudit pilier prothétique 7, 7', 7'', pour connecter ledit pilier prothétique 7, 7', 7'' à l'un des implants dentaires 3, 3' correspondant. Ladite base de connexion 7B, 7B', 7B'', qui définit une extrémité apicale dudit pilier prothétique 7, 7', 7'', peut être conçue et configurée
- soit pour être reçue dans l'implant dentaire 3, 3' correspondant, selon une connexion dite interne, la base de connexion 7B, 7B', 7B'' du pilier prothétique 7, 7', 7'' formant une partie mâle de connexion prévue pour s'emboîter dans une partie femelle de connexion correspondante que comprend respectivement l'implant dentaire 3, 3' correspondant, comme illustré en exemple aux figures,
 - soit au contraire pour recevoir l'implant dentaire 3, 3' correspondant, selon une connexion dite externe, la base de connexion 7B, 7B', 7B'' du pilier prothétique 7, 7', 7'' formant une partie femelle de connexion prévue pour recevoir une partie mâle de connexion correspondante que comprend respectivement l'implant dentaire 3, 3' correspondant.

- [0034] Avantageusement, le système de liaison comprend en outre un moyen de ver-

rouillage 9, 9' pour verrouiller chacun des piliers prothétiques 7, 7', 7'' par rapport à l'un des implants dentaires 3, 3' correspondant dans un état connecté dudit pilier prothétique 7, 7', 7'' audit implant dentaire 3, 3', et donc s'opposer ainsi à une déconnexion (et donc à une séparation) de ces derniers en usage normal du dispositif prothétique dentaire 1, 1' (« état connecté verrouillé », par opposition à un « état connecté non verrouillé » dans lequel le pilier prothétique 7, 7', 7'' est connecté à l'un des implants dentaires 3, 3' correspondant tout en conservant une mobilité par rapport à ce dernier). Typiquement, comme dans les modes de réalisation illustrés aux figures, ledit moyen de verrouillage 9, 9' peut comprendre une vis de fixation, qui traverse au moins en partie la base de fixation 7B, 7B', 7B'' du pilier prothétique 7, 7', 7'', et dont un filetage est prévu pour coopérer avec un taraudage correspondant que présente respectivement le corps 4, 4' de l'implant dentaire 3, 3'.

[0035] Selon une variante, mise en œuvre dans le mode de réalisation illustré aux figures 1 et 2, l'armature 2 de prothèse dentaire et le système de liaison sont avantageusement conçus et configurés pour assurer une fixation de ladite armature 2 de prothèse dentaire à au moins l'un desdits implants dentaires 3, et de préférence à chacun de ces derniers, par transfixation de ladite armature 2 de prothèse dentaire.

[0036] A ce titre, au moins l'un desdits piliers prothétiques 7 est un pilier prothétique de transfixation, c'est-à-dire un pilier de fixation de l'armature 2 de prothèse dentaire par transfixation. L'armature 2 de prothèse dentaire présente avantageusement au moins un orifice 10 de transfixation, qui débouche typiquement d'une part par la face occlusale 2A et d'autre part par la face apicale 2B opposée de l'armature 2 de prothèse dentaire. Le dispositif prothétique dentaire 1, et en particulier le système de liaison de ce dernier, comprend avantageusement au moins une vis 11 de transfixation pour fixer l'armature 2 de prothèse dentaire audit pilier prothétique 7 par l'intermédiaire dudit orifice 10 de transfixation. Ladite vis 11 de transfixation est donc destinée à transvisser l'armature 2 de prothèse dentaire (fixation dite par transvissage). Typiquement, la vis 11 de transfixation comprend une tête 11A, qui est prolongée par une tige 11B. La vis 11 de transfixation s'étend ainsi, suivant une direction d'extension longitudinale, entre une première extrémité définie par ladite tête 11A et une deuxième extrémité opposée définie par la tige 11B. Ladite tige 11B est pourvue d'un filetage (non illustré afin de simplifier les figures) sur une partie au moins de sa longueur. En retour, le pilier prothétique 7 de transfixation et / ou l'implant dentaire 3 correspondant présente(nt) avantageusement un trou 12 taraudé conçu et configuré pour coopérer avec le filetage de la vis 11 de transfixation. Avantageusement, la vis 11 de transfixation est distincte du moyen de verrouillage 9 précité, ce qui facilite la mise en œuvre du dispositif prothétique dentaire 1. Un autre moyen de transfixation adéquat pourrait être éventuellement envisagé en lieu et place de ladite au moins une vis 11 de

transfixation. Un tel moyen de transfixation présenterait typiquement au moins une tête et un organe d'accrochage destiné à coopérer avec un organe d'accrochage complémentaire adapté (en lieu et place du trou taraudé 12 précité) respectivement porté par ledit au moins un pilier prothétique 7 de transfixation et / ou par l'un des implants dentaires 3 correspondant. Ceci étant, la mise en œuvre d'un moyen de transfixation de type vis s'avère préférable, sur le plan de la praticité et de la robustesse notamment. En outre, la mise en œuvre d'un moyen de transfixation de type vis permet avantageusement de rendre le système de liaison fixable de manière détachable auxdits implants dentaires 3, ou à tout le moins à l'un desdits implants dentaires 3.

[0037] L'armature 1 de prothèse dentaire peut ainsi être reliée aux implants dentaires 3 par vissage de la (ou des) vis 11 de transfixation, tout d'abord dans un état pré-fixé, puis dans un état fixé. Ledit état pré-fixé, illustré en exemple à la [Fig.1], correspond avantageusement à un état dans lequel la (ou au moins de l'une des) vis 11 de transfixation est reliée au (ou au moins de l'un des) pilier(s) prothétique(s) 7 de transfixation correspondant(s), l'armature 2 de prothèse dentaire conservant néanmoins une mobilité par rapport à l' (ou aux) implant(s) dentaire(s) 3 correspondant(s). Ledit état fixé, illustré en exemple à la [Fig.2], correspond en retour avantageusement à un état dans lequel la (ou au moins de l'une des) vis 11 de transfixation est reliée au (ou au moins de l'un des) pilier(s) prothétique(s) 7 de transfixation correspondant(s), l'armature 2 de prothèse dentaire étant immobilisée par rapport à l' (ou aux) implant(s) dentaire(s) 3 correspondant(s).

[0038] Au moins dans un état pré-assemblé ou dans un état assemblé du système de liaison à l'armature 2 de prothèse dentaire, ladite au moins une pièce de liaison déformable 5A, 5B est alors avantageusement traversée par la vis 11 de transfixation et est agencée (au moins en partie) :

- soit entre la tête 11A de la vis 11 de transfixation et une portion d'appui occlusale 13A définie par la face occlusale 2A de l'armature 2 de prothèse dentaire, auquel cas la tête 11A de la vis 11 de transfixation est donc agencée de manière occlusale par rapport à l'armature 2 de prothèse dentaire (c'est-à-dire agencée du côté de la face occlusale 2A de l'armature 2 de prothèse dentaire) ;
- soit entre une portion d'appui apicale 13B définie par la face apicale 2B de l'armature 2 de prothèse dentaire et ledit un pilier prothétique 7 de transfixation, et plus spécifiquement entre ladite portion d'appui apicale 13B et la surface occlusale 8 définie par la tête 7A dudit pilier prothétique 7 de transfixation.

[0039] Ladite pièce de liaison déformable 5A, 5B peut avantageusement former une rondelle, c'est-à-dire une pièce de forme générale annulaire, et de préférence de forme générale circulaire. Pour autant, une telle rondelle pourrait présenter une forme annulaire ovale, rectangulaire ou autre. Eventuellement, mais de manière moins

avantageuse, il pourrait s'agir d'une rondelle fendue, c'est-à-dire d'une pièce de forme générale annulaire non totalement refermée sur elle-même. En tout état de cause, ladite au moins une pièce de liaison déformable 5A, 5B présente avantageusement un trou axial traversant, de préférence de section circulaire, par l'intermédiaire duquel la vis 11 de transfixation traverse de part en part la pièce de liaison déformable 5A, 5B.

- [0040] De préférence, dans l'état fixé de l'armature 2 de prothèse dentaire, ladite au moins une pièce de liaison déformable 5A, 5B est ainsi agencée en contact d'une part avec la tête 11A de la vis 11 de transfixation et d'autre part avec la portion d'appui occlusale 13A définie par la face occlusale 2A de l'armature 2 de prothèse dentaire ou, respectivement, en contact d'une part avec la portion d'appui apicale 13B de l'armature 2 de prothèse dentaire et d'autre part avec le pilier prothétique 7 de transfixation, et en particulier avec la surface occlusale 8 de la tête 7A dudit pilier prothétique 7 de transfixation.
- [0041] De manière avantageuse, ledit orifice 10 de transfixation définit une section de passage pour la vis 11 de transfixation qui a un diamètre au moins égal à 1,1 fois, de préférence compris en 1,1 fois et 1,7 fois, et par exemple égal à environ 1,6 fois, un diamètre maximal respectif de la tige 11B de la vis 11 de transfixation, ce qui autorise avantageusement un débattement radial et / ou un débattement angulaire de la vis 11 de transfixation à travers l'armature 2 de prothèse dentaire.
- [0042] Comme dans le mode de réalisation illustré aux figures 1 et 2, il est avantageux que plusieurs desdits piliers prothétiques 7, et plus avantageusement encore chacun desdits piliers prothétiques 7, soi(en)t un (des) pilier(s) de transfixation tel que décrit ci-avant. Dans ce cas, l'armature 2 de prothèse dentaire présente alors avantageusement une pluralité de dits orifices 10 de transfixation, et une pluralité de dites vis 11 de transfixation pour fixer l'armature 2 de prothèse dentaire à chacun desdits des piliers prothétiques 7 de transfixation par l'intermédiaire de l'un desdits orifices 10 de transfixation correspondant. Le système de liaison comprend alors avantageusement, pour chaque couple de piliers prothétiques 7 de transfixation et de vis 11 de transfixation, au moins une pièce de liaison déformable 5A, 5B, telle que décrite ci-dessus.
- [0043] Ainsi, lors d'une fixation de ladite armature 2 de prothèse dentaire auxdits implants dentaires 3, et donc en particulier lors d'un passage de ladite armature 2 de prothèse dentaire dudit état pré-fixé audit état fixé, un vissage de la (ou les) vis 11 de transfixation au(x) pilier(s) prothétique(s) 7 de transfixation correspondant(s) entraîne un pincement de la (ou de chacune des) pièce(s) de liaison déformable(s) 5A, 5B entre la tête 11A de la vis 11 de transfixation concernée et la portion d'appui occlusale 13A de l'armature 2 de prothèse dentaire ou, respectivement, entre la portion d'appui apicale 13B de l'armature 1 de prothèse dentaire et le pilier prothétique 7 de transfixation concerné. L'effort de pincement ainsi appliqué à la (aux) pièce(s) de liaison

déformable(s) 5A, 5B est susceptible de générer une déformation de cette (ces) dernière(s) autorisant ainsi un ajustement d'une position et / ou d'une orientation relative entre l'armature 2 de prothèse dentaire et l'implant dentaire 3 concerné, la déformation de la (des) pièce(s) de liaison déformable(s) 5A, 5B permettant d'absorber ainsi au moins partiellement, de manière simple et efficace un éventuel manque (volontaire ou non) de parallélisme des directions A-A' d'ancrage desdits implants dentaires 3 et / ou un éventuel défaut (ou « imprécision ») de positionnement des extrémités occlusales 4A desdits implants dentaires 3 suivant une direction verticale, en particulier par rapport à un agencement théorique des implants dentaires 3 prédéfini par ordinateur en amont de la mise en place des implants dentaires 3 dans le corps du patient.

- [0044] De manière plus préférentielle encore, comme dans le mode de réalisation illustré aux figures 1 et 2, le système de liaison comprend, pour au moins l'un desdits piliers prothétiques 7 de transfixation et de préférence encore pour chacun de ces derniers, une pluralité de dites pièces de liaison déformables 5A, 5B, et en particulier au moins une paire de dites pièces de liaison déformables 5A, 5B,
- une première desdites pièces de liaison déformables 5A, 5B, formant avantageusement une première rondelle (ou « rondelle occlusale »), qui - au moins un état pré-assemblé ou dans un état assemblé du système de liaison à l'armature 2 de prothèse dentaire - est traversée par la vis 11 de transfixation et est agencée entre la tête 11A de la vis 11 de transfixation et la portion d'appui occlusale 13A de l'armature 2 de prothèse dentaire, et
 - une deuxième desdites pièces de liaison déformables 5A, 5B, formant avantageusement une deuxième rondelle (ou « rondelle apicale »), qui - au moins un état pré-assemblé ou dans un état assemblé du système de liaison à l'armature 2 de prothèse dentaire - est de préférence elle-aussi traversée par la vis 11 de transfixation et est agencée entre la portion d'appui apicale 13B de l'armature 2 de prothèse dentaire et le pilier prothétique 7 de transfixation, et plus spécifiquement entre la portion d'appui apicale 13B de l'armature 2 de prothèse dentaire et la surface occlusale 8 définie par la tête 7A du pilier prothétique 7 de transfixation.
- [0045] En d'autres termes, le système de liaison comprend avantageusement, pour un pilier prothétique 7 de transfixation donné, et de préférence pour chacun de ces derniers, au moins une paire de pièces de liaison déformables 5A, 5B constituée d'une première pièce de liaison déformable 5A (ou « pièce de liaison déformable occlusale ») et d'une deuxième pièce de liaison déformable 5B (ou « pièce de liaison déformable apicale »), qui sont respectivement agencées comme indiqué ci-dessus (figures 1 et 2).
- [0046] De préférence, dans l'état fixé de l'armature 2 de prothèse dentaire ([Fig.2]), pour un pilier prothétique 7 de transfixation donné (et de préférence encore pour chacun de ces

derniers), ladite première pièce de liaison déformable 5A est agencée en contact d'une part avec la tête 11A de la vis 11 de transfixation correspondante et d'autre part avec la portion d'appui occlusale 13A définie par la face occlusale 2A de l'armature 2 de prothèse dentaire. De préférence, dans l'état fixé de l'armature 2 de prothèse dentaire ([Fig.2]), pour un pilier prothétique 7 de transfixation donné (et de préférence encore pour chacun desdits piliers prothétiques 7 de transfixation), la deuxième pièce de liaison déformable 5B est agencée en contact d'une part avec la portion d'appui apicale 13B de l'armature 2 de prothèse dentaire et d'autre part avec le pilier prothétique 7 de transfixation correspondant, et en particulier avec la surface occlusale 8 de la tête 7A dudit pilier prothétique 7 de transfixation.

[0047] Ainsi, lors d'une fixation de ladite armature 2 de prothèse dentaire auxdits implants dentaires 3, et donc en particulier lors d'un passage de ladite armature 2 de prothèse dentaire dudit état pré-fixé ([Fig.1]) audit état fixé ([Fig.2]), un vissage de la (ou des) vis 11 de transfixation au(x) pilier(s) prothétique(s) 7 de transfixation correspondant(s) entraîne simultanément un pincement de la première pièce de liaison déformable 5A entre la tête 11A de la vis 11 de transfixation et la portion d'appui occlusale 13A de l'armature 2 de prothèse dentaire et un pincement de la deuxième pièce de liaison déformable 5B entre la portion d'appui apicale 13B de l'armature 2 de prothèse dentaire et le pilier prothétique 7 de transfixation correspondant. L'armature 2 de prothèse dentaire est ainsi enserrée entre lesdites première et deuxième pièces de liaison déformable 5A, 5B.

[0048] La mise en œuvre d'une telle paire de pièces de liaison déformables 5A, 5B permet d'absorber de manière encore plus efficace un éventuel manque (volontaire ou non) de parallélisme des directions A-A' d'ancrage des implants dentaires 3 et / ou un éventuel défaut (ou « imprécision ») de positionnement des extrémités occlusales 4A des implants dentaires 3 suivant une direction verticale, en particulier par rapport à un agencement théorique des implants dentaires 3 prédéfini par ordinateur en amont de la mise en place des implants dentaires 3' dans le corps du patient.

[0049] En cas de pluralité de pièces de liaison déformables 5A, 5B, ces dernières peuvent avantageusement présenter des caractéristiques de déformabilité identiques, ce qui facilite la mise en œuvre du dispositif prothétique dentaire 1 et en réduit le coût de fabrication. Par exemple, les premières pièces de liaison déformables 5A de chacune des paires de pièces de liaison déformables 5A, 5B sont identiques entre elles, et les deuxièmes pièces de liaison déformables 5B de chacune des paires de pièces de liaison déformables 5A, 5B sont identiques entre elles. Alternativement, lesdites pièces de liaison déformables 5A, 5B, peuvent présenter des caractéristiques de déformabilité différentes (par exemple, pour les première et deuxième pièces de liaison déformables 5A, 5B d'une même paire), ce qui permet d'ajuster de manière particu-

lièrement fine la position et / ou l'orientation relative entre l'armature 2 de prothèse dentaire et au moins l'un des implants dentaires 3. De manière alternative ou complémentaire, pour des raisons similaires, lesdites pièces de liaison déformables 5A, 5B peuvent présenter des dimensions (et en particulier des épaisseurs) qui sont identiques entre elles ou au contraire différentes.

[0050] Dans cette variante dans laquelle l'armature 2 de prothèse dentaire est destinée à être fixée (au moins partiellement) par transfixation, et en particulier donc par transvissage, ledit moyen d'immobilisation 6 relative de la (ou de chacune des) pièce(s) de liaison déformable(s) et de l'armature 2 de prothèse dentaire dans une configuration déformée de la (ou d'au moins l'une des) pièce(s) de liaison déformable(s) 5A, 5B comprend donc avantageusement ladite vis 11 de transfixation (ou au moins l'une desdites vis 11 de transfixation). En effet, lorsque l'état fixé de l'armature 2 de prothèse dentaire est atteint par suite d'un vissage de la (ou des) vis 11 de transfixation ([Fig.2]), la (ou les) pièce(s) de liaison déformable(s) 5A, 5B déformée(s) le cas échéant sous l'effort de fixation résultant est (sont) ainsi maintenue(s) immobilisée(s) par rapport à l'armature 2 de prothèse dentaire par l'intermédiaire de ladite (ou desdites) vis 11 de transfixation. Optionnellement, il pourrait être envisagé que le moyen d'immobilisation 6 relative de la (ou de chacune des) pièce(s) de liaison déformable(s) 5A, 5B et de l'armature 2 de prothèse dentaire comprennent en outre une substance durcissable, recouvrant au moins partiellement la (ou de chacune des) pièce(s) de liaison déformable(s) 5A, 5B et contribuant ainsi à assurer, une fois durcie, une immobilisation relative de la (ou de chacune des) pièce(s) de liaison déformable(s) 5A, 5B et de l'armature 2 de prothèse dentaire.

[0051] Toujours selon un principe de fixation de l'armature 2 de prothèse par transfixation, il est alternativement envisageable (mais non illustré), bien que de manière moins préférentielle, que le système de liaison soit dépourvu de pilier prothétique de transfixation, et que ladite au moins une vis de transfixation soit prévue pour fixer l'armature de prothèse dentaire directement à l'un des implants dentaires correspondant par l'intermédiaire dudit au moins un orifice de transfixation. Dans un tel cas de figure, l'implant dentaire concerné comprend alors un taraudage conçu et configuré pour coopérer avec le filetage de la vis de transfixation pour permettre ainsi une transfixation dite « direct-implant » de l'armature de prothèse dentaire audit implant dentaire. Ladite au moins une pièce de liaison déformable est alors traversée par ladite vis de transfixation et est agencée :

- soit entre la tête de la vis de transfixation et la portion d'appui occlusale définie par la face occlusale de l'armature de prothèse dentaire,
- soit entre ladite portion d'appui apicale définie par la face apicale de l'armature de prothèse dentaire et l'extrémité occlusale dudit implant dentaire.

- [0052] De manière similaire à ce qui a été décrit ci-dessus s'agissant d'une transfixation de l'armature 2 de prothèse dentaire par l'intermédiaire d'un ou plusieurs piliers prothétiques 7 de transfixation, le système de liaison peut alors avantageusement comprendre une pluralité de dites pièces de liaison déformables,
- une première desdites pièces de liaison déformables, formant avantageusement une première rondelle, qui est traversée par ladite vis de transfixation et qui est agencée entre la tête de la vis de transfixation et ladite portion d'appui occlusale 13A de l'armature 2 de prothèse dentaire, et
 - une deuxième desdites pièces de liaison déformables, formant avantageusement une deuxième rondelle, qui est de préférence elle-aussi aussi traversée par ladite vis de transfixation, et qui est agencée entre la portion d'appui apicale 13B de l'armature 2 de prothèse dentaire et l'implant dentaire 3 correspondant, et plus spécifiquement entre ladite portion d'appui apicale 13B et l'extrémité occlusale 8 dudit implant dentaire.
- [0053] Ainsi, ce qui a été décrit précédemment s'agissant d'une transfixation de l'armature 2 de prothèse dentaire par l'intermédiaire d'un ou plusieurs piliers prothétiques 7 de transfixation peut avant avantageusement s'appliquer *mutadis mutandis* à cette alternative, les extrémité occlusale et surface occlusale 8 du pilier prothétique 7 de transfixation étant alors avantageusement remplacées par l'extrémité occlusale 4A et une surface occlusale de l'un des implants dentaires 3 correspondant.
- [0054] De manière avantageuse, dans un état pré-fixé (tel que défini précédemment) de l'armature 2 de prothèse dentaire au(x)dit(s) pilier(s) prothétique(s) 7 de transfixation, ladite au moins une pièce de liaison déformable 5A, 5B est agencée mobile à translation
- soit en regard de, et parallèlement à, ladite portion d'appui occlusale 13A définie par la face occlusale 2A de l'armature 2 de prothèse dentaire,
 - soit en regard de, et parallèlement à, ladite portion d'appui apicale 13B définie par la face apicale 2A de l'armature 2 de prothèse dentaire,
- [0055] pour autoriser ainsi un ajustement d'une position et / ou d'une orientation relative entre l'armature 2 de prothèse dentaire et au moins un des implants dentaires 3 correspondant, par déplacement relatif selon une trajectoire parallèle à ladite portion d'appui occlusale 13A et / ou à ladite portion d'appui apicale 13B, de la pièce de liaison déformable 5A, 5B et de la vis 11 de transfixation qui traverse cette dernière.
- [0056] A ce titre, comme illustré schématiquement aux figures 1 et 2, la portion d'appui occlusale 13A de l'armature 2 de prothèse dentaire peut avantageusement définir une surface d'appui occlusale qui est plane, ladite au moins une pièce de liaison déformable 5A (et en particulier ladite première pièce de liaison déformable 5A dans le cas préférentiel d'une paire de pièces de liaison déformable 5A, 5B) présentant une face de contact apicale 14B qui est plane, et, dans ledit état pré-fixé, ladite pièce de

liaison déformable 5A est alors agencée mobile en translation par rapport et parallèlement à ladite surface d'appui occlusale, ladite face de contact apicale 14B étant préférentiellement en contact direct avec ladite surface d'appui occlusale. Comme illustré schématiquement aux figures 1 et 2, la portion d'appui apicale 13B de l'armature 2 de prothèse dentaire peut avantageusement définir une surface d'appui apicale qui est plane, ladite au moins une pièce de liaison déformable 5B (et en particulier ladite deuxième pièce de liaison déformable 5B dans le cas préférentiel d'une paire de pièces de liaison déformable 5A, 5B) présentant une face de contact occlusale 15A qui est plane, et, dans ledit état pré-fixé, ladite pièce de liaison déformable 5B est alors agencée mobile en translation par rapport et parallèlement à ladite surface d'appui apicale, ladite face de contact occlusale 15A étant préférentiellement en contact direct avec ladite surface d'appui apicale.

[0057] On comprend ici que, comme introduit précédemment, la section de passage pour la vis 11 de transfixation, définie par ledit au moins un orifice 10 de transfixation correspondant de l'armature 2 de prothèse, a un diamètre qui est avantageusement suffisamment supérieur à un diamètre respectif de la tige 11B de la vis 11 de transfixation pour autoriser un débattement radial au moins radial, et de préférence également angulaire, de la vis 11 de transfixation à travers l'armature 2 de prothèse dentaire lorsque la (ou les) pièce(s) de liaison déformable 5A, 5B se déplace(nt) à translation conformément à ce qui précède. Comme envisagé précédemment, ledit orifice 10 de transfixation définit ainsi de préférence une section de passage pour la vis 11 de transfixation qui a un diamètre au moins égal à 1,1 fois, de préférence encore compris en 1,1 fois et 1,7 fois, et par exemple égal à environ 1,6 fois, un diamètre maximal respectif de la tige 11B de la vis 11 de transfixation.

[0058] Ainsi, dans ledit état pré-fixé, ladite au moins une pièce de liaison déformable 5A, 5B présente au moins un degré de liberté à translation parallèle par rapport à ladite portion d'appui occlusale 13A ou à ladite portion d'appui apicale 13B, et ce de préférence selon au moins deux directions de translation qui sont sécantes. Un tel ajustement, qui peut ainsi être avantageusement complémentaire d'un ajustement d'une position et / ou d'une orientation relative entre l'armature 2 de prothèse dentaire et au moins un des implants dentaires 3 correspondant par déformation de ladite pièce de liaison déformable 5A, 5B, peut avantageusement ainsi contribuer à absorber au moins partiellement un éventuel manque (volontaire ou non) de parallélisme des directions A-A' d'ancrage desdits implants dentaires 3 et / ou un éventuel défaut (ou « imprécision ») de positionnement des extrémités occlusales 4A des implants dentaires 3 suivant une direction verticale, en particulier par rapport à un agencement théorique des implants dentaires 3 prédéfini par ordinateur en amont de la mise en place des implants dentaires 3 dans le corps du patient. Ensuite, dans un état fixé (tel

que défini précédemment) de l'armature 2 de prothèse dentaire au(x)dit(s) pilier(s) prothétique(s) 7 de transfixation, ladite position et / ou d'une orientation relative ainsi ajustée par déplacement à translation est alors avantageusement maintenue fixe par ledit moyen d'immobilisation 6 relative de la pièce de liaison déformable 5A, 5B et de l'armature 2 de prothèse dentaire.

[0059] Dans le cas où ladite au moins une pièce de liaison déformable 5B est agencée entre la tête 11A de la vis 1) de transfixation et la portion d'appui occlusale 13A définie par la face occlusale 2A de l'armature 2 de prothèse dentaire, cette dernière comprend de préférence au moins un logement occlusal 16, dont un fond définit ladite portion d'appui occlusale 13A, et au sein duquel est agencée au moins partiellement ladite pièce de liaison déformable 5A ([Fig.1]). Ledit logement occlusal 16, qui débouche au moins par la face occlusale 2A de l'armature 2 de prothèse dentaire. Cela contribue à faciliter encore la mise en œuvre de ladite pièce de liaison déformable 5A et plus généralement du dispositif prothétique dentaire 1. De plus la mise en œuvre d'un tel logement occlusal 16 permet avantageusement de faciliter un surmoulage de l'armature 2 de prothèse dentaire par une résine, en vue de former une pluralité de dents prothétiques, avec un risque limité de présence de résine dans l'orifice 10 de transfixation (un bouchon temporaire pouvant, par exemple, être inséré dans le logement occlusal 16 lors du surmoulage).

[0060] Comme illustré aux figures, l'orifice 10 de transfixation débouche alors par la face occlusale 2B de l'armature 2 de prothèse dentaire par l'intermédiaire du logement occlusal 16. Avantageusement, ledit logement occlusal 16 est délimité par une paroi latérale qui s'étend depuis le fond du logement occlusal 16, et qui est refermée sur elle-même suivant une périphérie dudit fond, de sorte que ladite mobilité à translation de la pièce de liaison déformable 5A est donc limitée par ladite paroi latérale dans toutes directions parallèles à ladite portion d'appui occlusale 13A. Par exemple, la pièce de liaison déformable 5A est de forme circulaire, et ledit logement occlusal 16 est de forme circulaire également.

[0061] Dans le cas où ladite au moins une pièce de liaison déformable 5A est agencée mobile à translation en regard de et parallèlement à ladite portion d'appui occlusale 13A définie par la face occlusale 2A de l'armature 2 de prothèse dentaire, ledit logement occlusal 16 est donc avantageusement prévu plus large que ladite pièce de liaison déformable 5A à recevoir, de sorte que cette dernière peut donc effectivement se déplacer au sein du logement occlusal 16 en translation parallèlement à ladite portion d'appui occlusale 13A. La pièce de liaison déformable 5A est ainsi agencée mobile en translation parallèlement à la portion d'appui occlusale 13A au sein du logement occlusal 16, mais selon une course limitée par la paroi latérale du logement occlusal 16.

- [0062] Avantageusement, la paroi latérale s'étend à partir du fond du logement occlusal 16 sur une hauteur suffisante pour que la pièce de liaison déformable 5A puisse être intégralement reçue dans le logement occlusal 16, dans l'état pré-fixé comme dans l'état fixé de l'armature de prothèse dentaire. Eventuellement, de manière plus avantageuse encore en matière de compacité, ladite paroi latérale peut s'étendre à partir du fond du logement occlusal 16 sur une hauteur suffisante pour que la pièce de liaison déformable 5A et la tête 11A de la vis 11 de transfixation soient toutes deux intégralement reçues dans le logement occlusal 16, au moins dans l'état fixé de l'armature 2 de prothèse dentaire.
- [0063] Dans le cas où ladite au moins une pièce de liaison déformable 5B est agencée entre la portion d'appui apicale 13B définie par la face apicale 2B de ladite armature 2 de prothèse dentaire et ledit pilier prothétique 7 de transfixation, ladite armature 2 de prothèse dentaire peut éventuellement comprendre (selon une variante non illustrée aux figures) au moins un logement apical (ou « évidemment apical »), dont un fond définit ladite portion d'appui apicale 13B, et au sein duquel est agencée au moins partiellement ladite pièce de liaison déformable 5B. Un tel logement apical, qui débouche alors au moins par la face apicale 2B de l'armature 2 de prothèse dentaire. Cela peut contribuer à faciliter encore la mise en œuvre de ladite pièce de liaison déformable 5B et plus généralement du dispositif prothétique dentaire 1. L'orifice 10 de transfixation débouche alors par la face apicale 2B de l'armature 2 de prothèse dentaire par l'intermédiaire du logement apical.
- [0064] Dans le cas où ladite au moins une pièce de liaison déformable 5B est agencée mobile à translation en regard de et parallèlement à ladite portion d'appui apicale 13B définie par la face apicale 2B de l'armature 2 de prothèse dentaire, ledit logement apical est alors avantageusement prévu plus large que ladite pièce de liaison déformable 5B à recevoir, de sorte que cette dernière peut donc effectivement se déplacer au sein du logement apical en translation parallèlement à ladite portion d'appui apicale 13B.
- [0065] Lorsque le système de liaison dispositif prothétique dentaire 1 comprend avantageusement au moins une paire de première et deuxième pièces de liaison déformables 5A, 5B comme décrit précédemment (et de préférence autant de paires de première et deuxième pièces de liaison déformables 5A, 5B que de piliers prothétiques 7 de transfixation et d'implants dentaires 3), il est ainsi avantageux que, dans un état pré-fixé de l'armature 2 de prothèse dentaire au(x)dit(x) pilier(s) prothétique (s) 7 de transfixation,
- ladite première pièce de liaison déformable 5A est agencée mobile à translation en regard de, et parallèlement à, ladite portion d'appui occlusale 13A définie par la face occlusale 2A de l'armature 2 de prothèse dentaire, et / ou que

– ladite deuxième pièce de liaison déformable 5B est agencée mobile à translation en regard de, et parallèlement à, ladite portion d'appui apicale 13B définie par la face apicale 2B de l'armature 2 de prothèse dentaire.

[0066] Plus avantageusement encore, comme dans le mode de réalisation illustré à la [Fig.1], ladite (et de préférence chacune des) première(s) pièce(s) de liaison déformable 5A est agencée mobile à translation en regard de et parallèlement à ladite portion d'appui occlusale 13A définie par la face occlusale 2A de l'armature 2 de prothèse dentaire, et l'armature 2 de prothèse dentaire comprend au moins un logement occlusal 16 (et de préférence une pluralité de dits logements occlusaux 16), tel que décrit ci-dessus, dont le fond définit ladite portion d'appui occlusale 13A, et au sein duquel (desquels) est agencée au moins partiellement (et de préférence intégralement) ladite première pièce de liaison déformable 5A (ou l'une desdites premières pièces de liaison déformable 5A correspondante).

[0067] De manière alternative ou complémentaire, ladite (et de préférence chacune des) deuxième(s) pièce(s) de liaison déformable 5B est agencée mobile à translation en regard de et parallèlement à ladite portion d'appui occlusale 13A définie par la face occlusale 2A de l'armature 2 de prothèse dentaire, et l'armature 2 de prothèse dentaire peut éventuellement comprendre au moins un logement apical (et de préférence une pluralité de dits logements apicaux), tel que décrit ci-dessus, dont le fond définit ladite portion d'appui apicale 13B, et au sein duquel (desquels) est agencée au moins partiellement (et de préférence intégralement) ladite deuxième pièce de liaison déformable 5A (ou l'une desdites deuxièmes pièces de liaison déformable 5B correspondante).

[0068] De manière préférentielle, comme illustré en exemple aux figures 1 et 2, ladite au moins une vis 11 de transfixation est une vis de transfixation à tête plate, c'est-à-dire que la tête 11A de la vis 11 de transfixation présente une sous-face qui s'étend sensiblement dans un plan orthogonal par rapport à la direction d'extension longitudinale de la vis 11 de transfixation. En retour, ladite première pièce de liaison déformable 5A (ou à tout le moins ladite au moins une pièce de liaison déformable 5A qui est agencée entre la tête 11A de la vis 11 de transfixation et la portion d'appui occlusale 13A définie par la face occlusale 2A de l'armature 2 de prothèse dentaire) présente une face de contact occlusale 14A, opposée à la face de contact apicale 14B précitée, qui est avantageusement plane. La mise en œuvre d'une telle vis 11 de transfixation à tête plate, plutôt que d'une vis de transfixation à tête fraisée en particulier, permet avantageusement de limiter un risque d'endommagement, par la tête 11A de la vis 11 de transfixation lors du vissage de cette dernière, de la pièce de liaison déformable 5A, en particulier lorsque celle-ci forme une rondelle.

[0069] Alternativement, selon une variante non illustrée, il pourrait néanmoins être envisagé,

selon la résistance mécanique propre de ladite première pièce de liaison déformable 5A (ou à tout le moins de ladite pièce de liaison déformable 5A qui est agencée entre la tête de la vis de transfixation et ladite portion d'appui occlusale 13A de l'armature 2 de prothèse dentaire), que ladite au moins une vis de transfixation soit une vis de transfixation à tête fraisée, c'est-à-dire que la tête de la vis de transfixation présente une sous-face qui est oblique par rapport à la direction d'extension longitudinale de la vis de transfixation. En retour, la face de contact occlusale de la première pièce de liaison déformable 5A (ou à tout le moins ladite au moins une pièce de liaison déformable qui est agencée entre la tête de la vis de transfixation et la portion d'appui occlusale 13A de l'armature 2 de prothèse dentaire) peut alors optionnellement définir une cuvette pour recevoir la sous-face oblique de la tête de la vis de transfixation, en contact donc contre la surface de ladite cuvette, et ce au moins lors de la fixation de l'armature 2 de prothèse dentaire aux implants dentaires 3. Par exemple, la sous-face oblique de la tête de la vis de transfixation peut présenter une forme générale tronconique, et ladite cuvette peut présenter en retour une forme générale conique ou tronconique ou encore sphérique. La mise en œuvre d'une telle cuvette peut avantageusement permettre de guider la mise en de place de la vis de transfixation à travers la (première) pièce de liaison déformable, ainsi que le vissage de la vis de transfixation. Elle peut en outre avantageusement permettre de créer une liaison de type rotule entre la tête de la vis de transfixation et la (première) pièce de liaison déformable, lorsque ces dernières sont en contact lors de la fixation de l'armature 2 de prothèse dentaire aux implants dentaires 3. Cela peut avantageusement faciliter l'ajustement d'une position et / ou d'une orientation relative entre l'armature 2 de prothèse dentaire et au moins un des implants dentaires 3 et à absorber ainsi en particulier un éventuel manque (volontaire ou non de parallélisme des directions A-A' d'ancrage des implants dentaires 3 par pivotement de la tête de la vis de transfixation, et ce sans avoir à recourir à une pièce ad-ditionnelle intermédiaire entre la tête de la vis de transfixation et la (première) pièce de liaison déformable 5A.

[0070] Avantageusement, comme illustré en exemple aux figures 1 et 2, ledit au moins un pilier prothétique 7 de transfixation (et de préférence chacun desdits piliers pro-thétiques 7 de transfixation) comprend une tête 7A qui est de forme générale conique ou tronconique, c'est-à-dire typiquement définie par des génératrices formant un angle avec une direction d'extension axiale de la tête 7A. Cela contribue avantageusement à faciliter la fixation, selon un axe de fixation (ou « axe d'insertion ») unique, de l'armature 2 de prothèse dentaire, et / ou ultérieurement d'une armature de prothèse dentaire d'usage en lieu et place de ladite armature 2 de prothèse dentaire lorsque cette dernière appartient à une prothèse dentaire provisoire, et ce malgré un éventuel manque de parallélisme des directions A-A' d'ancrage des implants dentaires 3. Ledit

au moins un pilier prothétique 7 de transfixation (et de préférence chacun desdits piliers prothétiques 7 de transfixation) comprend en outre avantageusement un épaulement 7C (ou « plateau ») à partir duquel s'étend ladite tête 7A, en direction donc de l'extrémité occlusale du pilier prothétique 7 de transfixation. En retour, il est avantageux que ladite deuxième pièce de liaison déformable 5B (ou à tout le moins ladite pièce de liaison déformable qui est agencée entre la portion d'appui apicale 13B de ladite armature 2 de prothèse dentaire et ledit pilier prothétique 7 de transfixation correspondant) présente une face de contact apicale 15B, laquelle est pourvue d'un évidement 17 pour recevoir ladite tête 7A, conique ou tronconique, du pilier prothétique 7 de transfixation, avec ledit épaulement 7C avantageusement agencé en contact avec une zone de la face de contact apicale 15B située en périphérie dudit évidement 17 (figures 1 et 2). Ainsi, lors de la fixation de l'armature 2 de prothèse auxdits implants dentaires 3, ladite deuxième pièce de liaison déformable 5B (ou à tout le moins ladite au moins une pièce de liaison déformable qui est agencée entre la portion d'appui apicale 13B de l'armature 2 de prothèse dentaire et ledit pilier prothétique 7 de transfixation correspondant) est avantageusement pincée entre d'une part la portion d'appui apicale 13B de l'armature 2 de prothèse dentaire et, d'autre part l'épaulement 7C du pilier prothétique 7 de transfixation. La tête 7A, conique ou tronconique, du pilier prothétique 7 de transfixation est alors avantageusement intégralement reçue dans ledit évidement 17 prévu dans la face de contact apicale 15B de la deuxième pièce de liaison déformable 5B, comme visible en exemple aux figures 1 et 2. En d'autres termes, ledit évidement 17 est avantageusement dimensionné pour recevoir intégralement en son sein ladite tête 7A conique ou tronconique du pilier prothétique 7 de transfixation. Cela permet notamment avantageusement de faciliter un déplacement relatif en translation de ladite deuxième pièce de liaison déformable 5B et de la portion d'appui apicale 13B de l'armature 2 de prothèse dentaire, comme évoqué précédemment, en « effaçant » le caractère conique ou tronconique de la tête 7A du pilier prothétique 7 de transfixation. Par ailleurs, la mise en contact de l'épaulement 7C du pilier prothétique 7 de transfixation permet avantageusement d'assurer une bonne transmission des efforts exercés lors de la fixation de l'armature 2 de prothèse dentaire aux implants dentaires 3, et contribue en outre à garantir une excellente reprise des efforts occlusaux en usage de la prothèse dentaire par le patient, avec un risque limité d'endommagement de la deuxième pièce de liaison déformable 5B.

[0071] Selon une autre variante, mise en œuvre dans le mode de réalisation illustré à la [Fig.3], l'armature 2' de prothèse dentaire et le système de liaison sont conçus et configurés pour assurer une fixation de ladite armature 2' de prothèse dentaire à au moins l'un desdits implants dentaires 3', et de préférence à chacun de ces derniers, par cône de friction entre ledit système de liaison et l'un au moins (et de préférence

chacun) desdits piliers prothétiques 7', 7'' (fixation dite par « cône Morse »). Dans cette autre variante, au moins l'un desdits piliers prothétiques 7', 7'' (et de préférence, chacun desdits piliers prothétiques 7', 7'') présente une tête 7A', 7A'' qui est conique ou tronconique, c'est-à-dire qui est typiquement définie par des génératrices formant entre elles un angle θ (et donc formant chacune un demi angle θ avec la direction B-B' d'extension moyenne de la tête 7A', 7A''). Le dispositif prothétique dentaire 1', et en particulier le système de liaison de ce dernier, comprend avantageusement au moins une contrepartie 18 (ou « coiffe ») présentant un évidement 19 qui est conique ou tronconique, de forme adaptée à la tête 7A', 7A'' conique ou tronconique dudit pilier prothétique 7', 7'', pour assurer une rétention par friction de ladite tête 7A', 7A'' dans ledit évidement 19. La direction B-B' d'extension moyenne de la tête 7A', 7A'' conique ou tronconique du pilier prothétique 7', 7'' définit avantageusement un axe d'insertion de ladite tête 7A', 7A'' dans l'évidement 19 de ladite contrepartie 18 correspondante. La forme conique ou tronconique de l'évidement 19 de la contrepartie 18 est typiquement définie par des génératrices formant entre elles un angle θ' (et donc formant chacune un demi angle θ' avec une direction d'extension axiale de ladite contrepartie 18). En d'autres termes, la tête 7A', 7A'' dudit pilier prothétique 7', 7'' et l'évidement 19 de la contrepartie 18 présentent des formes coniques ou tronconiques conjuguées, et de conicité suffisamment faible pour autoriser une rétention par friction de ladite tête 7A', 7A'' dans ledit évidement 19, par contact de la tête 7A', 7A'' du pilier prothétique 7', 7'' contre une paroi interne de l'évidement 19 de la contrepartie 18. A ce titre, lesdits angles θ , θ' que forment entre elles les génératrices des formes générales coniques ou tronconiques de la tête 7A', 7A'' dudit pilier prothétique 7', 7'' et de l'évidement 19 de la contrepartie 18 sont avantageusement compris entre 4° et 8°, et est par exemple égal à environ 5° ou à environ 6°.

[0072] Selon cette autre variante, l'armature 2' de prothèse dentaire est en outre pourvue d'au moins un logement apical 20, qui débouche donc par la face apicale 2B' de l'armature 2' de prothèse dentaire, pour recevoir ladite contrepartie 18. Ledit logement apical 20 est de tous les côtés plus grand que ladite contrepartie 18 à recevoir. Le logement apical 20 est donc ainsi conformé et dimensionné pour autoriser un agencement de ladite contrepartie 18 à l'intérieur dudit logement apical 20 sans contact entre une paroi interne 21 dudit logement apical 20 et une surface externe 22 de ladite contrepartie 18. Ladite pièce de liaison déformable 5' forme avantageusement une bague qui est agencée entre, et en contact avec, une portion de la paroi interne 21 dudit logement apical 20 et une portion de la surface externe 22 de ladite contrepartie 18 lors d'une fixation de ladite armature 2' de prothèse dentaire auxdits implants dentaires 3'. Ladite bague est préférentiellement monolithique et refermée sur elle-même. En d'autres termes, ladite pièce de liaison déformable 5' est agencée au moins par-

tiellement, et de préférentiellement intégralement, à l'intérieur du logement apical 20 de l'armature 2' de prothèse dentaire, et est conçue et configurée pour relier mécaniquement entre elles la contrepartie 18 à l'armature 2' de prothèse dentaire, lorsque la contrepartie 18 est reçue dans le logement apical 20 de l'armature 2' de prothèse dentaire lors d'une fixation de cette dernière auxdits implants dentaires 3'. De manière préférentielle, comme illustré en exemple à la [Fig.3], la paroi interne 21 dudit logement apical 20 présente une gorge 23 de réception d'une portion de ladite bague, que forme ladite pièce de liaison déformable 5'. Au moins une portion d'une paroi de ladite gorge 23 forme donc ainsi ladite portion de la paroi interne 21 du logement apical 20 en contact de laquelle ladite bague est agencée. Plus préférentiellement encore, ladite gorge 23 formant de préférence une gorge de rétention de ladite bague dans ledit logement apical 20. Typiquement, ladite pièce de liaison déformable 5' peut alors être installée en force dans ladite gorge 23, par exemple par déformation élastique de ladite pièce de liaison déformable 5'.

[0073] Ainsi, lors d'une fixation de l'armature 2' de prothèse dentaire auxdits implants dentaires 3', ladite contrepartie 18 est avantageusement emboîtée sur la tête 7A', 7A'' conique ou tronconique du pilier prothétique A', 7'', de préférence après que ce dernier a été connecté et verrouillé à l'un des implants dentaires 3' correspondant, de sorte que ladite contrepartie 18 est retenue fermement par friction entre la tête 7A', 7A'' du pilier prothétique 7', 7'' et la paroi interne de l'évidement 19 conique ou tronconique de la contrepartie 18, la surface occlusale 8', 8'' de la tête 7A', 7A'' du pilier prothétique 7', 7'' étant en contact contre la paroi interne dudit évidement 19 conique ou tronconique. Puis, l'armature 2' de prothèse dentaire, dont ledit logement apical 20 est de préférence préalablement équipé de la pièce de liaison déformable 5', est rapportée au sous-ensemble comprenant l'implant dentaire 3', le pilier prothétique 7', 7'' à tête 7', 7'' conique ou tronconique et la contrepartie 18, de manière à introduire ladite contrepartie 18 dans le logement apical 20 correspondant de l'armature 2 de prothèse dentaire. Il en résulte ainsi avantageusement une mise en contact de la surface externe 22 de la contrepartie 18 avec la pièce de liaison déformable 5', laquelle peut alors se déformer, typiquement en torsion et / ou en flexion, sous l'effet d'un effort exercé à son encontre par la contrepartie 18, pour autoriser un ajustement d'une position et / ou d'une orientation relative entre l'armature 2 de prothèse dentaire et l'implant dentaire 3' concerné, et absorber de la sorte au moins partiellement un éventuel manque (volontaire ou non) de parallélisme des directions A-A' d'ancrage desdits implants dentaires 3' et / ou un éventuel défaut (ou « imprécision ») de positionnement des extrémités occlusales 4A' desdits implants dentaires 3' suivant une direction verticale, en particulier par rapport à un agencement théorique des implants dentaires 3' prédéfini par ordinateur en amont de la mise en

place des implants dentaires 3' dans le corps du patient.

- [0074] Puis la position et / ou l'orientation relative(s) ainsi ajustée(s) est alors avantageusement figée, maintenue fixe, par ledit moyen 6' d'immobilisation relative de la pièce de liaison déformable 5' et de l'armature 2' de prothèse dentaire. Avantageusement, ledit moyen 6' d'immobilisation relative de la pièce de liaison déformable 5' et de l'armature 2' de prothèse dentaire autorise en outre une immobilisation de la contrepartie 18 par rapport à ladite armature 2' de prothèse.
- [0075] De préférence, ledit moyen 6' d'immobilisation relative de la pièce de liaison déformable 5' et de l'armature 2' de prothèse dentaire comprend une substance durcissable (typiquement liquide ou pâteuse dans un état initial), qui est introduite à l'intérieur dudit logement apical 20. Ladite substance durcissable est de préférence une substance autdurcissante, typiquement par polymérisation et / ou réticulation, de sorte qu'aucun dispositif technique externe de durcissement n'est nécessaire pour assurer le durcissement de ladite substance durcissable. Par exemple, ladite substance durcissable peut ainsi être une résine autdurcissante acrylique ou composite (par exemple une résine composite bis-acrylique ou bis-glycol-diméthacrylate (bis-GMA) ou de l'uréthane diméthacrylate (UDMA)), telle que classiquement utilisée en dentisterie pour la pose de couronnes et de bridges provisoires. Ladite substance durcissable peut être éventuellement introduite à l'intérieur dudit logement apical 20 avant l'introduction de l'armature 2' de prothèse dentaire dans la cavité buccale du patient. Il est toutefois préférable, en matière de praticité notamment, que ladite substance durcissable soit introduite à l'intérieur dudit logement apical 20 après que l'armature 2' a été rapportée au sous-ensemble comprenant l'implant dentaire 3' concerné, le pilier prothétique 7', 7'' à tête 7A', 7A'' conique ou tronconique et la contrepartie 18, et donc une fois que la contrepartie 18 est agencée dans le logement apical 20.
- [0076] A ce titre, ladite armature 2' de prothèse dentaire présente préférentiellement au moins un canal 24A, 24B, qui débouche d'une part dans ledit au moins un logement apical 20, et d'autre part à l'extérieur de ladite armature 2' de prothèse dentaire, pour permettre une introduction de ladite substance durcissable dans ledit logement apical 20, par exemple à l'aide d'une seringue ou de tout autre système d'introduction adapté. De préférence, ledit canal 24A, 24B débouche à l'extérieur de ladite armature 2' de prothèse dentaire par l'intermédiaire de la face occlusale 2A' de cette dernière, ce qui facilite l'introduction de ladite substance durcissable dans ledit logement apical 20, en particulier lorsque que l'armature 2' de prothèse dentaire est déjà agencée dans la cavité buccale du patient.
- [0077] Plus préférentiellement encore, comme dans l'exemple de la [Fig.3], l'armature 2' de prothèse dentaire présente une pluralité de canaux 24A, 24B, à savoir :
- au moins un premier canal 24A, qui débouche d'une part dans ledit au moins un

logement apical 20, et d'autre part à l'extérieur de ladite armature 2' de prothèse dentaire, pour permettre une introduction de ladite substance durcissable dans ledit logement apical 20, et

– au moins un deuxième canal 24B, qui débouche d'une part dans ledit logement apical 20, et d'autre part à l'extérieur de l'armature 2' de prothèse dentaire, pour permettre lui-aussi une introduction de la substance durcissable dans ledit logement apical 20, et / ou pour permettre une évacuation d'air présent dans le logement apical 20 et / ou d'un excès de substance durcissable lors de l'introduction de cette dernière par l'intermédiaire du premier canal 24A.

[0078] De préférence, comme dans l'exemple de la [Fig.3], ledit premier canal 24A et ledit deuxième canal 24B débouchent à l'extérieur de ladite armature 2' de prothèse dentaire par l'intermédiaire de la face occlusale 2A' de cette dernière. De manière avantageuse, toujours comme dans l'exemple de la [Fig.3], l'armature 2' de prothèse dentaire est en revanche dépourvue de canal, ou autre orifice, qui débouche d'une part dans ledit au moins un logement apical 20, et d'autre part à l'extérieur de ladite armature 2' de prothèse dentaire par l'intermédiaire de l'un desdites faces latérales de cette dernière.

[0079] Outre sa fonction en matière d'absorption d'un éventuel manque (volontaire ou non) de parallélisme des directions A-A' d'ancrage desdits implants dentaires 3' et / ou un éventuel défaut (ou « imprécision ») de positionnement des extrémités occlusales 4A' desdits implants dentaires 3' suivant une direction verticale., ladite bague (pièce de liaison déformable 5') joue avantageusement au moins partiellement un rôle de joint entre la paroi interne 21 du logement apical 20 et la surface externe 22 de la contrepartie 20 agencée dans ce dernier. On limite ainsi avantageusement un risque de dépôt de substance durcissable sur une gencive sous-jacente du patient.

[0080] De manière alternative ou complémentaire, mais moins avantageuse sur le plan de la praticité et du coût de mise en œuvre, ledit moyen 6' d'immobilisation relative de la pièce de liaison déformable 5' et de l'armature 2' de prothèse dentaire pourrait comprendre une ou plusieurs vis (ou tout autre moyen mécanique adéquat) traversant l'armature 2' de prothèse dentaire, pour immobiliser la contrepartie 18 en position dans le logement apical 20, et donc immobiliser ainsi la pièce de liaison déformable 5', en contact avec la contrepartie 18, par rapport à l'armature 2' de prothèse dentaire, en configuration déformée.

[0081] De préférence, comme évoqué ci-avant et comme dans le mode de réalisation illustré schématiquement à la [Fig.3], l'armature 2' de prothèse dentaire et le système de liaison sont conçus et configurés pour assurer une fixation de ladite armature 2' de prothèse dentaire à chacun desdits implants dentaires 3', et de préférence à chacun de ces derniers, par cône de friction entre le système de liaison et chacun desdits piliers prothétiques 7', 7''. A ce titre, chacun desdits piliers prothétiques 7', 7'' présente donc

une tête 7A', 7A'' qui est conique ou tronconique, et le dispositif prothétique dentaire 1' comprenant une pluralité de dites contreparties 18, présentant chacune un évidement 19 qui est conique ou tronconique de forme adaptée à la tête 7A', 7A'' conique ou tronconique de l'un desdits piliers prothétiques 7', 7'' correspondant pour assurer une rétention par friction de ladite tête 7A', 7A'' dans ledit évidement 19. La tête 7A', 7A'' conique ou tronconique de chacun desdits piliers prothétiques 7', 7'' définit alors un axe d'insertion de ladite tête 7A', 7A'' conique ou tronconique dans l'évidement 19 de l'une des contreparties 18 correspondante. En retour, l'armature 2' de prothèse dentaire est donc avantageusement pourvue d'une pluralité de dits logements apicaux 19 pour recevoir chacun l'une desdites contreparties 18 correspondante, de la manière décrite précédemment.

[0082] La mise en œuvre d'un tel système de liaison assurant une fixation de l'armature 2' de prothèse dentaire aux implants dentaires 3' par cône de friction, permet avantageusement de rendre le système de liaison fixable de manière détachable auxdits implants dentaires 3', ou à tout le moins à l'un desdits implants dentaires 3', de manière plus simple que dans le cas d'une transfixation, tel que présenté dans ce qui précède. Un tel système de liaison présente en outre l'intérêt d'être particulièrement peu coûteux à concevoir et à fabriquer.

[0083] Ceci étant, il est à noter ici que la variante de fixation « par cône de friction » (ou « fixation par cône Morse ») décrite ci-dessus peut être éventuellement compatible avec la variante de fixation « par transfixation », décrite précédemment, dans la mesure où il est envisageable que l'armature 2, 2' de prothèse dentaire et le système de liaison soient conçus et configurés pour assurer une fixation de l'armature 2, 2' de prothèse dentaire d'une part à au moins l'un des implants dentaires 3, 3' par transfixation, et d'autre part à au moins un autre desdits implants dentaires 3, 3' par cônes de friction. Une telle conception s'avérerait néanmoins relativement complexe et coûteuse à mettre en œuvre en pratique. Par rapport à la variante « par transfixation » décrite précédemment, une telle variante de fixation « par cône de friction » présente notamment l'avantage d'être moins coûteuse à mettre en œuvre, et d'autoriser une fixation temporaire, puis une dépose ultérieure, plus simple et plus rapide de l'armature 2' de prothèse dentaire aux implants dentaires 3', dans le cas donc où ladite armature 2' de prothèse dentaire appartient à une prothèse dentaire provisoire.

[0084] Indépendamment du mode de fixation mis en œuvre par le système de liaison, et en particulier donc quelle que soit la variante « par transfixation » ou « par cône de friction » retenue,

– lesdits piliers prothétiques peuvent être chacun un pilier prothétique 7', 7' dit droit, c'est-à-dire un pilier prothétique dont la direction B-B' d'extension moyenne de la tête 7A, 7A' est inclinée colinéaire à la direction A-A' d'ancrage de l'implant dentaire 3, 3'

correspondant lorsque le pilier prothétique 7, 7' est fixé audit implant dentaire 3, 3' correspondant ; ou

– lesdits piliers prothétiques peuvent être chacun un pilier prothétique 7'' dits angulé, c'est-à-dire un pilier prothétique dont la direction B-B' d'extension moyenne de la tête 7A'' est inclinée d'un angle Φ (non nul) par rapport à la direction A-A' d'ancrage de l'implant dentaire 3' correspondant lorsque le pilier prothétique 7'' est fixé audit implant dentaire 3' correspondant (comme illustré en exemple à la [Fig.3]) ; ou encore

– certains desdits piliers prothétiques peuvent être des piliers prothétiques 7, 7' droits, et au moins un autre desdits piliers prothétiques peut être un pilier prothétique angulé 7''.

[0085] La mise en œuvre d'au moins d'au moins l'un des piliers prothétiques 7, 7', 7'' qui est un pilier prothétique angulé 7'' permet de contribuer avantageusement à compenser un éventuel manque (volontaire ou non) de parallélisme des directions A-A' d'ancrage des implants dentaires 3, 3'. Typiquement, le(s) pilier(s) prothétique(s) angulé(s) 7'' peu(ven)t présenter une angulation qui est comprise entre 5° et 30° (et par exemple égale à $7,5^\circ$, 15° , 18° , 22° ou encore 30°). Lorsque plusieurs desdits piliers prothétiques 7, 7', 7'' sont des piliers prothétiques angulés 7'', au moins l'un de ces derniers peut avantageusement présenter une angulation différente de celle des autres piliers prothétiques 7, 7', 7'' angulés (angles Φ de valeurs différentes).

[0086] Selon une variante (non illustrée), le (ou au moins l'un des) pilier(s) prothétique(s) angulé(s) est un pilier prothétique angulé dit indexé, c'est-à-dire un pilier prothétique angulé dont la base de connexion, prévue pour connecter ledit pilier prothétique angulé à l'un des implants dentaires, est conçue pour sensiblement interdire une rotation de la tête dudit pilier prothétique angulé suivant l'axe d'ancrage de l'implant dentaire concerné dans un état connecté non verrouillé (tel que déjà défini précédemment) dudit pilier prothétique angulé audit implant dentaire (angle de rotation égal à $0^\circ \pm 5^\circ$)

[0087] Selon une autre variante (illustrée en exemple à la [Fig.3], et transposable le cas échéant aux figures 1 et 2), le (ou au moins l'un des) pilier(s) prothétique(s) angulé(s) 7'' est un pilier prothétique angulé dit rotatif (ou pilier prothétique angulé « non-indexé »), c'est-à-dire un pilier prothétique angulé 7'' dont la base de connexion 7B'', est au contraire conçue pour autoriser une rotation (de préférence à 360°) de la tête 7A'' dudit pilier prothétique angulé 7'' suivant l'axe d'ancrage A-A' de l'implant dentaire 3' concerné dans un état connecté non verrouillé (tel que déjà défini précédemment) dudit pilier prothétique angulé 7'' audit implant dentaire 3'. Une telle possibilité de rotation du (ou des) pilier(s) prothétique(s) angulé(s) 7'' permet avantageusement une plus grande finesse en matière de compensation d'un éventuel manque de parallélisme des directions A-A' d'ancrage des implants dentaires 3'.

[0088] En particulier, dans le cas de la variante décrite ci-avant de fixation de l'armature 2'

de prothèse dentaire par « cône de friction », le système de liaison du dispositif 1' prothétique dentaire peut ainsi avantageusement comprendre une pluralité de dits piliers 7', 7'' prothétiques à tête 7A', 7A'' conique ou tronconique, au moins l'un de ces derniers

– présentant une base de connexion 7B'' pour connecter ledit pilier prothétique 7'' à tête 7A'' conique ou tronconique à l'un des implants dentaires 3' correspondant, ladite base de connexion 7B'' autorisant une rotation (de préférence à 360°) de la tête 7A'' du pilier prothétique 7'' à tête 7A'' conique ou tronconique suivant l'axe A-A' d'ancrage dudit implant dentaire 3' dans un état connecté non verrouillé du pilier prothétique 7'' à tête 7A'' conique ou tronconique audit implant dentaire, et

– étant angulé de sorte donc que l'axe d'insertion de ladite tête 7A'' conique ou tronconique dans l'évidement 19 de ladite contrepartie 18 correspondante est incliné, d'un angle Φ , par rapport à l'axe A-A' d'ancrage dudit implant dentaire 3' dans un état connecté (verrouillé ou non verrouillé) dudit pilier prothétique 7'' à tête 7A'' conique ou tronconique audit implant dentaire 3'.

[0089] L'invention concerne en outre, en tant que tel, un procédé mis en œuvre par ordinateur pour planifier une procédure de restauration dentaire, c'est-à-dire un procédé de planification assistée par ordinateur d'une procédure de restauration dentaire, visant donc à préparer la réalisation d'une telle procédure, et en particulier d'une procédure de pose d'une prothèse dentaire dans la cavité buccale d'un patient.

[0090] Avantageusement, le procédé de planification peut comprendre, en premier lieu, une étape E0 de définition d'un projet prothétique spécifiquement adapté au patient, représentatif du résultat recherché, sur le plan esthétique en particulier, de la restauration dentaire à réaliser (design du futur sourire du patient). Par exemple, cette étape de définition du projet prothétique peut être réalisée de manière numérique en deux dimensions à l'aide d'un montage de photographies prises du patient, pour définir donc ainsi un projet prothétique numérique.

[0091] Le procédé de planification comprend une étape E1 de définition d'un modèle virtuel tridimensionnel d'au moins une portion de la cavité buccale du patient et de la mâchoire de ce dernier définissant ladite cavité buccale, en utilisant des données d'imagerie d'une situation anatomique de ladite cavité buccale et de ladite mâchoire. Par exemple, lesdites données d'imagerie peuvent être obtenue à l'aide :

– d'une caméra intrabuccale (ou « intra-orale ») ou d'un scanner laser intrabuccal (ou « intra-oral »), selon une méthode dite « directe » ou par « empreinte optique », qui permet avantageusement d'obtenir des images numériques en couleur et d'apporter certaines informations concernant les tissus mous du patient (ligne muco-gingivale, aspect de la gencive, biotype parodontal), et

– par imagerie volumétrique par faisceau conique (ou « *Cone beam computed to-*

mography » (CBCT), en anglais), technique de tomodensitométrie utilisant un faisceau conique de rayons X, pour obtenir une ou plusieurs radiographies numérisées de la situation anatomique osseuse du patient, et définir ainsi les volumes osseux correspondants.

- [0092] Avantageusement, le projet prothétique prédéfini évoqué précédemment peut alors être associé numériquement en volume à ce modèle virtuel tridimensionnel.
- [0093] Le procédé de planification comprend ensuite, une étape E2 de définition, à partir dudit modèle virtuel tridimensionnel, d'un plan chirurgical virtuel préopératoire comprenant des données de positions et d'orientations spatiales d'une pluralité d'implants dentaires à ancrer dans la mâchoire (c'est-à-dire dans la masse osseuse d'un maxillaire (ou « maxillaire supérieur ») ou d'une mandibule (ou « maxillaire inférieur »)) du patient. Typiquement réalisée à l'aide d'un logiciel informatique d'implantologie adapté exécutable par un ordinateur, et à partir d'une bibliothèque de modèles numériques tridimensionnels d'implants dentaires (par exemple construite à partir de modèles numériques tridimensionnels fournis par un ou plusieurs fabricants d'implants dentaires), l'étape E2 vise ainsi en particulier à définir l'agencement théorique les uns par rapports aux autres des implants dentaires à ancrer, en tenant compte des spécificités anatomiques et des volumes osseux disponibles du patient. A l'issue de l'étape E2, il est alors avantageusement possible d'obtenir un fichier numérique au format STL, contenant au moins la position spatiale relative des implants dentaires (par exemple sous la forme de vecteurs).
- [0094] Le procédé de planification comprend également une étape E3 de détermination automatique, pour chacun desdits implants dentaires, à partir desdites données de positions et d'orientations spatiales des implants dentaires à ancrer, d'un écart angulaire entre une direction d'ancrage respective desdits implants dentaires, tels que positionnés virtuellement lors de l'étape E2, et une direction de référence prédéfinie. La direction de référence prédéfinie peut avantageusement correspondre à une direction de fixation souhaitée de l'armature de prothèse dentaire aux implant dentaires dans la cavité buccale du patient. Typiquement, l'étape E3 est réalisée à l'aide d'un algorithme informatique de détermination automatique exécuté par un ordinateur.
- [0095] De plus, le procédé de planification comprend une étape E4 de détermination automatique, pour chacun desdits implants dentaires,
- d'un modèle virtuel tridimensionnel de pilier prothétique (et donc d'une angulation particulière, éventuellement nulle) et
 - d'une orientation spatiale angulaire de la tête dudit pilier prothétique par rapport à la direction d'ancrage de l'implant dentaire,
- qui conduisent, une fois le pilier prothétique fixé audit implant dentaire, à une déviation angulaire minimale entre une direction d'extension moyenne (telle que

définie précédemment) de la tête dudit pilier prothétique et ladite direction de référence prédéfinie.

- [0096] Cette étape E4 est avantageusement réalisée à partir d'une bibliothèque (ou base de données) de modèles numériques tridimensionnels d'une pluralité de piliers prothétiques, ladite pluralité de piliers prothétiques incluant au moins une pluralité de piliers prothétiques rotatifs angulés selon une pluralité d'angulations différentes (c'est-à-dire un certain nombre de piliers prothétiques angulés rotatifs, chacun angulé selon une angulation différente ; angles Φ de valeurs différentes), et de préférence au moins un pilier prothétique non angulé (angle Φ de valeur nulle, avantageusement rotatif lui-aussi), comme définit dans ce qui précède. Eventuellement, ladite pluralité de piliers prothétiques, dont des modèles numériques tridimensionnels sont contenus dans une telle bibliothèque, peut avantageusement inclure des piliers prothétiques dont les têtes présentent des hauteurs différentes, etc. Bien évidemment, il s'agit de modèles numériques tridimensionnels de piliers prothétiques adaptés aux implants dentaires considérés, c'est-à-dire compatibles et fixables à ces derniers. Typiquement, une telle bibliothèque de modèles numériques tridimensionnels de piliers prothétiques peut être construite à partir de modèles numériques tridimensionnels fournis par un ou plusieurs fabricants de piliers prothétiques.
- [0097] Ainsi, l'étape E4 consiste à identifier automatiquement, pour chacun desdits implants dentaires, un pilier prothétique correspondant (à partir donc d'un modèle numérique tridimensionnel de ce dernier) et à définir automatiquement une orientation spatiale angulaire dans laquelle les têtes respectives des piliers prothétiques identifiés doivent être agencées pour assurer un alignement théorique le plus précis possible des directions B-B' d'extension moyenne des têtes des piliers prothétiques parallèlement à la direction de référence prédéfinie. Typiquement, l'étape E4 est réalisée à l'aide d'un algorithme informatique de détermination automatique exécuté par un ordinateur.
- [0098] Le procédé de planification comprend ensuite une étape E5 de définition d'un modèle virtuel tridimensionnel dans lequel chacun des modèles numériques tridimensionnels de piliers prothétiques ainsi déterminés est positionné fixé à l'implant dentaire correspondant suivant ladite orientation spatiale angulaire déterminée de la tête dudit pilier prothétique (c'est-à-dire avec la tête respective desdits piliers prothétiques qui est agencées selon ladite orientation spatiale angulaire déterminée), et donc avantageusement dans la position finale théorique dans la cavité buccale du patient.
- [0099] Puis, le procédé de planification comprend ensuite une étape E6 de définition, à partir de ce modèle virtuel tridimensionnel, d'une clé virtuelle de positionnement et d'orientation spatiale desdits piliers prothétiques, ainsi déterminés, dans la cavité buccale du patient. Ladite clé virtuelle de positionnement et d'orientation spatiale des piliers prothétiques peut alors avantageusement être exportée sous la forme d'un

fichier informatique, par exemple au format STL, en vue d'une fabrication (par exemple par impression 3D) d'une clé physique correspondante de positionnement et d'orientation spatiale desdits piliers prothétiques. Le procédé de planification peut alors avantageusement comprendre une étape E7 de fabrication (par exemple, par impression 3D) d'une clé physique de positionnement et d'orientation spatiale desdits piliers prothétiques, à partir donc de ladite clé virtuelle de positionnement et d'orientation spatiale des piliers prothétiques. Cette clé physique pourra ainsi être avantageusement utilisée par le chirurgien-dentiste (ou tout autre professionnel de la santé dentaire) au cours de la procédure de restauration dentaire, afin de mettre en place et de fixer de manière rapide et précise les piliers prothétiques sur les implants dentaires correspondants préalablement ancrés dans le corps de patient, selon une orientation optimale des directions B-B' d'extension moyenne des têtes des piliers prothétiques.

- [0100] Grâce au procédé selon l'invention, il devient en particulier avantageusement possible d'intégrer, de manière simple, rapide et efficace, dans un flux numérique en implantologie dentaire, la fabrication et la mise en œuvre d'un dispositif prothétique dentaire conforme à l'invention, dans le cas particulier où le système de liaison de ce dernier comprend un ou plusieurs pilier(s) prothétique(s) angulé(s) rotatif(s). En ce sens, le procédé selon l'invention est donc avantageusement un procédé mis en œuvre par ordinateur pour planifier une procédure de restauration dentaire à l'aide d'un dispositif prothétique dentaire 1, 1' conforme à l'invention dans lequel le système de liaison de ce dernier comprend un ou plusieurs pilier(s) prothétique(s) angulé(s) rotatif(s), comme décrit dans ce qui précède en lien avec le dispositif prothétique dentaire 1, 1'.
- [0101] Le procédé conforme à l'invention permet en effet avantageusement en particulier de supprimer la nécessité de mettre en œuvre des phases manuelles intermédiaires potentiellement longues et coûteuse, et potentiellement sources d'erreur et d'imprécisions,
- de prise d'empreinte des implants dentaires après ancrage de ces dernier dans le corps du patient,
 - de fabrication d'un modèle en plâtre avec des analogues desdits implants dentaires,
 - et d'alignement manuel de la position d'un ou plusieurs pilier(s) prothétique(s) angulé(s) rotatif(s) sur des analogues desdits implants dentaires, en vue d'un transfert ultérieure dans la cavité buccale du patient du ou des pilier(s) prothétique(s) angulé(s) rotatif(s) ainsi alignés, à l'aide d'une clé de repositionnement.
- [0102] Comme expliqué précédemment en lien avec la description du dispositif prothétique dentaire 1, 1' conforme à l'invention, un éventuel défaut résiduel de parallélisme des directions d'ancrage des implants dentaires et / ou un éventuel défaut résiduel de positionnement des extrémités occlusales des implants dentaires, pourra être corrigé le cas

échéant par un ajustement d'une position et / ou d'une orientation relative entre l'armature de prothèse dentaire et au moins un des implants dentaires par déformation de la (ou des) pièce(s) de liaison déformable du système de liaison, lors d'une fixation de l'armature de prothèse dentaire auxdits implants dentaires.

[0103] Selon une variante particulièrement avantageuse, le procédé selon l'invention est un procédé mis en œuvre par ordinateur pour planifier une procédure de restauration dentaire à l'aide d'un dispositif prothétique dentaire 1' conforme à l'invention dans une variante de ce dernier selon laquelle, tel qu'envisagé dans ce qui précède, l'armature 2' de prothèse dentaire et le système de liaison sont conçus et configurés pour assurer une fixation de ladite armature 2' de prothèse dentaire aux implants dentaires 3' par cône de friction entre le système de liaison et chacun desdits piliers prothétiques 7', 7'' respectivement fixés auxdits implants dentaires 3'. Dans ce cas, les piliers prothétiques concernés par le procédé sont donc des piliers prothétiques 7', 7'' dont la tête 7A', 7A'' est conique ou tronconique, et qui sont chacun destinés à coopérer avec une contrepartie 18 correspondante présentant un évidement 19 qui est conique ou tronconique, de forme adaptée à la tête 7A', 7A'' conique ou tronconique dudit pilier prothétique 7', 7'', pour assurer une rétention par friction de ladite tête 7A', 7A'' dans ledit évidement 19.

[0104] Par exemple, lesdites étapes E3 et E4 peuvent être réalisées à l'aide d'un produit programme d'ordinateur comprenant des instructions qui, lorsque ledit programme est exécuté par un ordinateur, conduisent celui-ci à mettre en œuvre les opérations suivantes :

- Recherche de l'ensemble des éléments de maillage (« *mesh* ») correspondant chacun à un des implants dentaires, à partir d'un modèle numérique tridimensionnel de chacun desdits implants dentaires ;

- Pour chacun desdits implants dentaires,

- a) Recherche d'une direction principale de l'implant dentaire (ou « vecteur directeur » , correspondant avantageusement, comme évoqué précédemment, à la direction d'extension longitudinale moyenne du corps dudit d'implant dentaire qui définit avantageusement une direction d'ancrage de l'implant dentaire dans le corps du patient),

- b) Recherche des extrémités de l'implant dentaire le long du vecteur directeur, et en particulier donc de l'extrémité occlusale du corps dudit d'implant dentaire, en tant que position potentielle du pilier prothétique.

- Pour chacun desdits implants dentaires, détermination de la position du point de liaison (c'est-à-dire de la position de l'extrémité occlusale du corps de l'implant dentaire) entre l'implant dentaire et le pilier prothétique destiné à être fixé à ce dernier,

- Recherche parmi lesdits implants dentaires d'un implant dentaire dit « principal » ,

dont le vecteur direction présente une orientation spatiale la plus proche de (c'est-à-dire la plus parallèle à) ladite direction de référence prédéfinie ;

– Pour ledit implant dentaire principal, identification et sélection dans la bibliothèque de modèles numériques tridimensionnels de piliers prothétiques d'un modèle numérique tridimensionnel de pilier prothétique non angulé ;

– Pour chacun des autres implants dentaires, non principaux et donc dits secondaires, a) Calcul d'un écart angulaire existant entre le vecteur directeur (direction d'ancrage) de l'implant dentaire secondaire est ladite direction de référence prédéfinie ;

b) Identification dans la bibliothèque de modèles numériques tridimensionnels de piliers prothétiques d'un modèle numérique tridimensionnel correspondant à un pilier prothétique présentant une angulation (c'est-à-dire une valeur d'angle Φ) la plus adaptée pour minimiser ledit écart angulaire ;

c) Détermination de l'orientation spatiale angulaire de la tête du pilier prothétique ainsi identifié, par rapport à la direction d'ancrage de l'implant dentaire secondaire (angle de rotation du pilier prothétique selon le vecteur directeur / la direction d'ancrage de l'implant dentaire secondaire), qui minimise une déviation angulaire entre la direction d'extension moyenne de la tête du pilier prothétique (ou « direction de sortie » dudit piler ») et de ladite direction de référence prédéfinie.

[0105] Eventuellement, le produit programme d'ordinateur peut en outre comprendre des instructions qui, lorsque ledit programme est exécuté par un ordinateur, conduisent celui-ci à mettre en œuvre l'une et / ou l'autres opérations additionnelles suivantes, qui peuvent avantageusement contribuer à faciliter la réalisation de l'une et / l'autre desdites étapes E3, E4, E5, E5 et E6 :

– Tri des implants dentaires de doter chacun de ses derniers d'un identifiant unique et de définir et mémoriser un ordre d'agencement spatial des implants dentaires ainsi identifiés l'un par rapport à l'autre ;

– Détermination de si les implants dentaires sont destinés à être mis en place dans un maxillaire inférieur ou dans un maxillaire supérieur.

[0106] Avantageusement, l'étape E6 de définition de ladite clé virtuelle de positionnement et d'orientation spatiale desdits piliers prothétiques dans la cavité buccale du patient peut comprendre les opérations suivantes :

– Construction, pour chacun desdits piliers prothétiques, d'un support négatif complémentaire, destiné à former une partie de la clé supportant le pilier prothétique ;

– Construction d'une ou plusieurs liaisons mécaniques reliant les supports négatifs complémentaires entre eux, afin d'obtenir une clé monolithique et avantageusement rigide.

[0107] A ce titre, l'étape E6 peut être réalisée à l'aide d'un produit programme d'ordinateur comprenant des instructions qui, lorsque ledit programme est exécuté par un or-

dirigeant, conduisent celui à la réalisation des opérations de construction précitées.

[0108] Le procédé de planification peut en outre avantageusement comprendre, postérieurement à l'étape E2,

- une étape E8 de définition d'un gabarit de perçage virtuel pour réaliser le perçage de la masse osseuse du patient et y ancrer les implants dentaires conformément aux données de positions et d'orientations spatiales du plan chirurgical virtuel préopératoire

- une étape E9 de fabrication d'un gabarit de perçage physique (par exemple par impression 3D), à partir dudit gabarit de perçage virtuel, lequel gabarit de perçage physique pourra ainsi être utilisé au cours de la procédure de restauration dentaire aux fins précitées.

[0109] Si, comme indiqué dans ce qui précède, le procédé de planification selon l'invention peut être avantageusement mis en œuvre pour planifier une procédure de restauration dentaire à l'aide d'un dispositif prothétique dentaire conforme à l'invention, et donc comprenant à ce titre au moins une pièce de liaison déformable 5A, 5B, 5' autorisant un ajustement d'une position et / ou d'une orientation relative entre l'armature 2, 2' de prothèse dentaire et au moins un des implants dentaires 3, 3' par déformation de ladite pièce de liaison déformable 5A, 5B, 5', on notera que ledit procédé peut néanmoins trouver une application avantageuse dans le cadre d'une procédure de restauration dentaire réalisée à l'aide d'un dispositif prothétique dentaire qui ne comprendrait pas une telle pièce de liaison déformable.

[0110] A ce titre, constitue donc plus généralement une invention à part entière un procédé mis en œuvre par ordinateur pour planifier une procédure de restauration dentaire à l'aide d'un dispositif prothétique dentaire comprenant une armature rigide de prothèse dentaire et un système de liaison pour fixer ladite armature de prothèse dentaire à une pluralité d'implants dentaires, ledit système de liaison comprenant une pluralité de piliers prothétiques, chacun conçu et configuré pour être respectivement fixé à l'un desdits implants dentaires, au moins l'un desdits piliers prothétiques étant un pilier prothétique angulé dit rotatif (c'est-à-dire comprenant une base de connexion pour connecter ledit pilier prothétique angulé à l'un des implants dentaires correspondant, ladite base de connexion autorisant une rotation d'une tête du pilier prothétique angulé suivant un axe d'ancrage dudit implant dentaire dans un état connecté non verrouillé du pilier prothétique angulé audit implant dentaire), ledit procédé comprenant les étapes E1, E2, E3, E4, E5, E6 telles décrites ci-avant.

[0111] Un tel procédé de planification pourrait en outre comprendre l'étape E0, et / ou l'étape E7, et / ou les étapes E8 et E9, telles qu'également décrites ci-avant.

Revendications

- [Revendication 1] Dispositif prothétique dentaire (1 ; 1') comprenant une armature (2 ; 2') rigide de prothèse dentaire et un système de liaison pour fixer ladite armature (2 ; 2') de prothèse dentaire à une pluralité d'implants dentaires (3 ; 3'), ledit système de liaison comprenant
- au moins une pièce de liaison déformable (5A, 5B ; 5') autorisant un ajustement d'une position et / ou d'une orientation relative entre l'armature (2 ; 2') de prothèse dentaire et au moins un des implants dentaires (3 ; 3') par déformation de ladite pièce de liaison déformable (5A, 5B ; 5') lors d'une fixation de ladite armature (2 ; 2') de prothèse dentaire auxdits implants dentaires (3 ; 3'),
 - et un moyen d'immobilisation (6 ; 6') relative de la pièce de liaison déformable (5A, 5B ; 5') et de l'armature (2 ; 2') de prothèse dentaire dans une configuration déformée de la pièce de liaison déformable (5A, 5B ; 5').
- [Revendication 2] Dispositif (1 ; 1') selon la revendication précédente, dans lequel la pièce de liaison déformable (5A, 5B ; 5') est en matériau polymère bio-compatible, de préférence en polyétheréthércétone PEEK.
- [Revendication 3] Dispositif (1 ; 1') selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le système de liaison comprend une pluralité de piliers prothétiques (7 ; 7', 7''), chacun conçu et configuré pour être respectivement fixé à l'un desdits implants dentaires (3 ; 3'), ladite pièce de liaison déformable (5A, 5B ; 5') autorisant un ajustement d'une position et / ou d'une orientation relative entre l'armature (2 ; 2') de prothèse dentaire et au moins l'un desdits piliers prothétiques (7 ; 7', 7'') par déformation de ladite pièce de liaison déformable (5A, 5B ; 5') lors d'une fixation de ladite armature (2 ; 2') de prothèse dentaire auxdits implants dentaires (3 ; 3') par l'intermédiaire desdits piliers prothétiques (7 ; 7', 7'').
- [Revendication 4] Dispositif (1) selon la revendication précédente, dans lequel au moins l'un desdits piliers prothétiques (7) est un pilier prothétique (7) de transfixation, l'armature (2) de prothèse dentaire présentant au moins un orifice (10) de transfixation, ledit dispositif (1) comprenant au moins une vis (11) de transfixation pour fixer l'armature (2) de prothèse

dentaire audit pilier prothétique (7) de transfixation par l'intermédiaire dudit orifice (10) de transfixation, ladite pièce de liaison déformable (5A, 5B) étant traversée par ladite vis (11) de transfixation et étant agencée :

- soit entre une tête (11A) de la vis (11) de transfixation et une portion d'appui occlusale (13A) définie par une face occlusale (2A) de ladite armature (2) de prothèse dentaire,
- soit entre une portion d'appui apicale (13B) définie par une face apicale (2B) de ladite armature (2) de prothèse dentaire et ledit pilier prothétique (7) de transfixation.

[Revendication 5] Dispositif (1) selon la revendication précédente, dans lequel l'armature (2) de prothèse dentaire comprend au moins un logement occlusal (16), dont un fond définit ladite portion d'appui occlusale (13A), et au sein duquel est agencée ladite pièce de liaison déformable (5A).

[Revendication 6] Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications 4 et 5, dans lequel, dans un état pré-fixé de l'armature (2) de prothèse dentaire audit pilier prothétique (7) de transfixation, ladite au moins une pièce de liaison déformable (5A, 5B) est agencée mobile à translation

- soit en regard de et parallèlement à ladite portion d'appui occlusale (13A) définie par la face occlusale (2A) de l'armature (2) de prothèse dentaire,
- soit en regard de et parallèlement à ladite portion d'appui apicale (13B) définie par la face apicale (2B) de ladite armature (2) de prothèse dentaire.

[Revendication 7] Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, dans lequel le système de liaison comprend au moins une paire de dites pièces de liaison déformables (5A, 5B),

- une première desdites pièces de liaison déformables (5A, 5B) étant traversée par la vis (11) de transfixation et étant agencée entre la tête de la vis (11) de transfixation et ladite portion d'appui occlusale (13A) de l'armature (2) de prothèse dentaire, et
- une deuxième desdites pièces de liaison déformables (5A, 5B)

étant traversée par la vis (11) de transfixation et étant agencée entre ladite portion d'appui apicale (13B) de l'armature (2) de prothèse dentaire et ledit pilier prothétique (7) de transfixation.

- [Revendication 8] Dispositif (1) selon les revendications 6 et 7, dans lequel, dans ledit état pré-fixé de l'armature (2) de prothèse dentaire audit pilier prothétique (7) de transfixation, ladite première pièce de liaison déformable (5A) est agencée mobile à translation en regard de et parallèlement à ladite portion d'appui occlusale (13A), et ladite deuxième pièce de liaison déformable (5B) est agencée mobile à translation en regard de et parallèlement à ladite portion d'appui apicale (13B).
- [Revendication 9] Dispositif (1) selon la revendication précédente, dans lequel ledit au moins un pilier prothétique (7) de transfixation comprend une tête (7A) de forme générale conique ou tronconique, et un épaulement (7C) à partir duquel s'étend ladite tête (7A), ladite deuxième pièce de liaison déformable (5B) présentant une face de contact apicale (15B), laquelle est pourvue d'un évidement (17) pour recevoir ladite tête (7A) du pilier prothétique (7) de transfixation avec ledit épaulement (7C) agencé en contact avec une zone de ladite face de contact apicale (15B) située en périphérie dudit évidement (17).
- [Revendication 10] Dispositif (1') selon l'une quelconque des revendications 3 à 9, dans lequel au moins l'un desdits piliers prothétiques (7', 7'') présente une tête (7A', 7A'') qui est conique ou tronconique, ledit dispositif (1') comprenant au moins une contrepartie (18) présentant un évidement (19) qui est conique ou tronconique de forme adaptée à la tête (7A', 7A'') conique ou tronconique dudit pilier prothétique (7', 7'') pour assurer une rétention par friction de ladite tête (7A', 7A'') dans ledit évidement (19), l'armature (2') de prothèse dentaire étant pourvue d'au moins un logement apical (20) pour recevoir ladite contrepartie (18), ledit logement apical (20) étant de tous les côtés plus grand que ladite contrepartie (18) à recevoir, ladite pièce de liaison déformable (5') formant une bague qui est agencée entre, et en contact avec, une portion d'une paroi interne (21) dudit logement apical (20) et une portion d'une surface externe (22) de ladite contrepartie (18) lors d'une fixation de ladite armature (2') de prothèse dentaire auxdits implants dentaires (3').
- [Revendication 11] Dispositif (1') selon la revendication précédente, dans lequel la paroi

interne (21) dudit logement apical (20) présente une gorge (23) de réception d'une portion de ladite bague.

[Revendication 12] Dispositif (1') selon l'une quelconque des revendications 10 et 11, dans lequel ledit moyen d'immobilisation (6') relative de la pièce de liaison déformable (5') et de l'armature (2) de prothèse dentaire comprend une substance durcissable, de préférence une substance autodurcissante, introduite à l'intérieur dudit logement apical (20).

[Revendication 13] Dispositif (1') selon la revendication précédente, dans lequel ladite armature (2') de prothèse dentaire présente au moins un canal (24A, 24B) qui débouche d'une part dans ledit logement apical (20) et d'autre part à l'extérieur de ladite armature (2') de prothèse dentaire, de préférence par l'intermédiaire de la face occlusale (2A') de ladite armature (2') de prothèse dentaire, pour permettre une introduction de ladite substance durcissable dans ledit logement apical (20).

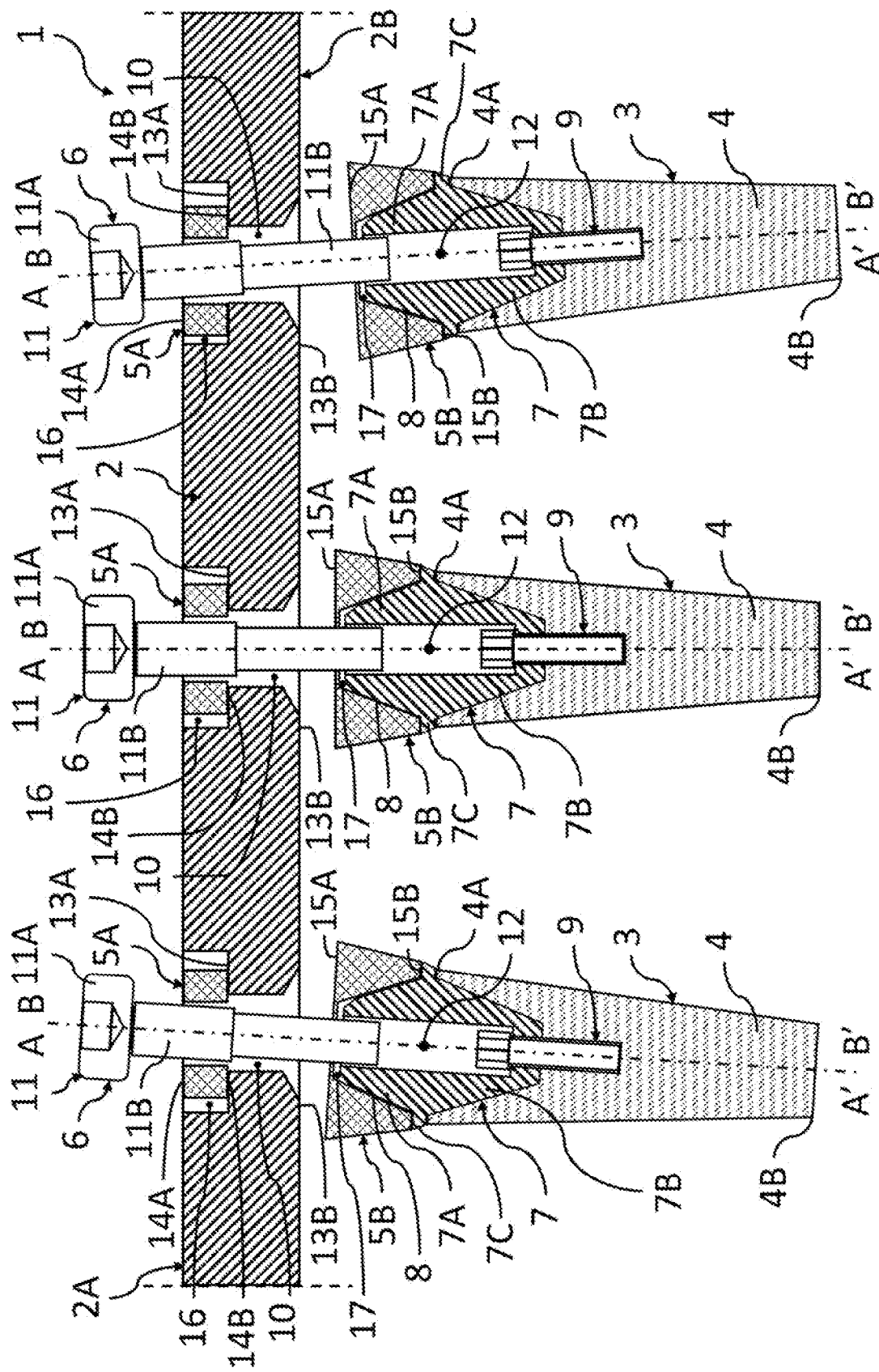
[Revendication 14] Dispositif (1 ; 1') selon l'une quelconque des revendications 3 à 13, dans lequel au moins l'un desdits piliers prothétiques (7 ; 7', 7'') est un pilier prothétique angulé (7'') dit rotatif, comprenant une base de connexion (7B'') pour connecter ledit pilier prothétique angulé (7'') à l'un des implants dentaires (3') correspondant, ladite base de connexion (7B'') autorisant une rotation d'une tête (7A'') du pilier prothétique angulé (7'') suivant un axe (A-A') d'ancrage dudit implant dentaire (3') dans un état connecté non verrouillé du pilier prothétique angulé (7'') audit implant dentaire (3').

[Revendication 15] Procédé mis en œuvre par ordinateur pour planifier une procédure de restauration dentaire à l'aide d'un dispositif prothétique dentaire conforme à la revendication 14, ledit procédé comprenant les étapes de

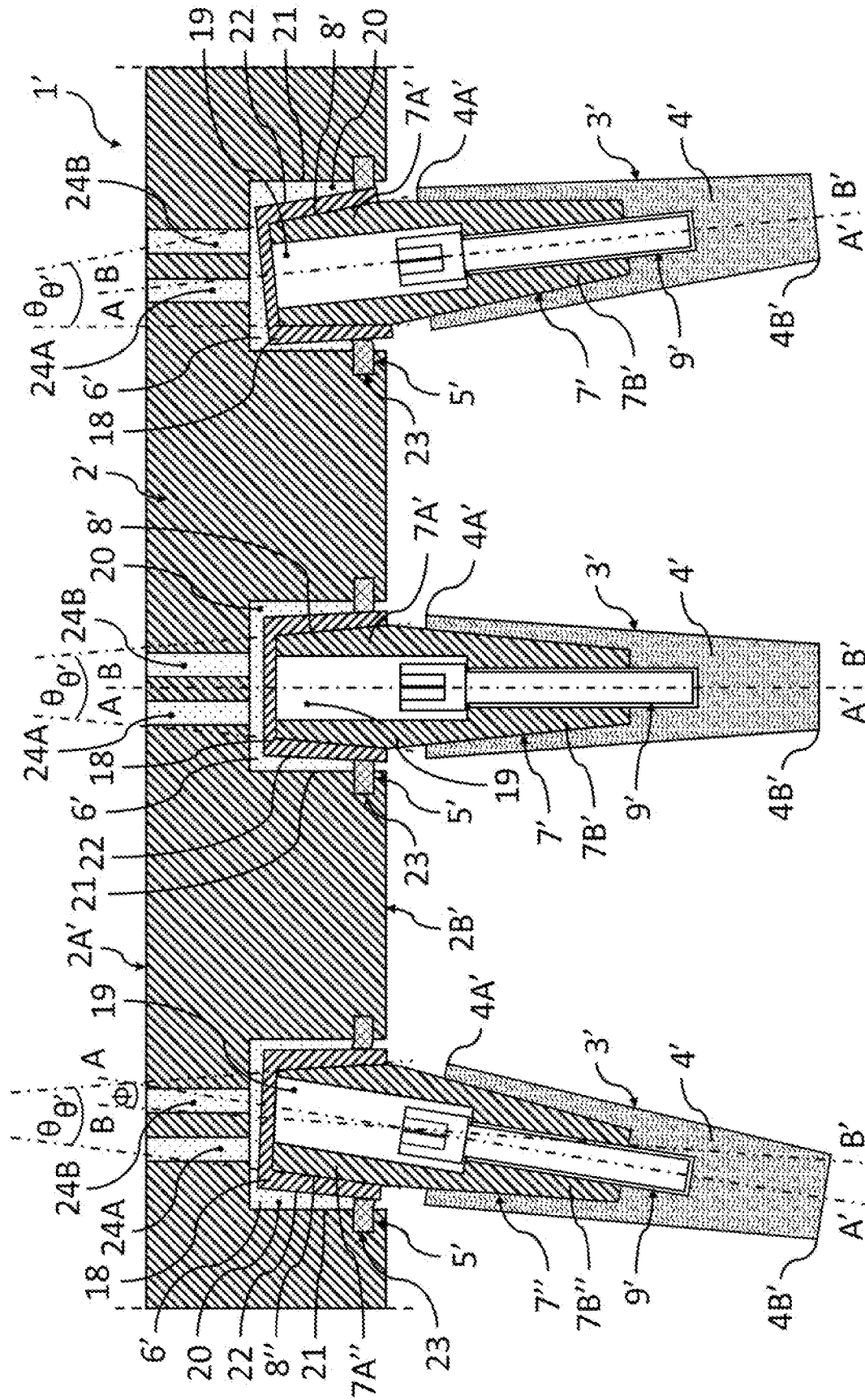
- définition d'un modèle virtuel tridimensionnel d'au moins une portion d'une cavité buccale d'un patient et d'une mâchoire définissant ladite cavité buccale, en utilisant des données d'imagerie d'une situation anatomique de ladite cavité buccale et de ladite mâchoire ;
- définition, à partir dudit modèle virtuel tridimensionnel, d'un plan chirurgical virtuel préopératoire comprenant des données de positions et d'orientations spatiales d'une pluralité d'implants dentaires à ancrer dans la mâchoire du patient ;
- détermination automatique, pour chacun desdits implants

- dentaires, à partir desdites données de positions et d'orientations spatiales, d'un écart angulaire entre la direction d'ancrage respective desdits implants dentaires et une direction de référence prédéfinie ;
- détermination automatique, pour chacun desdits implants dentaires,
 - à partir d'une bibliothèque de modèles numériques tridimensionnels d'une pluralité de piliers prothétiques, incluant des piliers prothétiques rotatifs angulés selon une pluralité d'angulations différentes, et de préférence également au moins un pilier prothétique non angulé,
 - d'un modèle numérique tridimensionnel de pilier prothétique correspondant et d'une orientation spatiale angulaire de la tête dudit pilier prothétique par rapport à la direction d'ancrage de l'implant dentaire qui conduisent, une fois le pilier prothétique fixé audit implant dentaire, à une déviation angulaire minimale entre une direction B-B' d'extension moyenne de la tête du pilier prothétique et de ladite direction de référence prédéfinie ;
 - définition d'un modèle virtuel tridimensionnel dans lequel chacun des modèles numériques tridimensionnels de piliers prothétiques ainsi déterminés est positionné fixé à l'implant dentaire correspondant suivant ladite orientation spatiale angulaire déterminée de la tête dudit pilier prothétique, puis
 - définition d'une clé virtuelle de positionnement et d'orientation spatiale desdits piliers prothétiques dans la cavité buccale du patient.

[Fig. 1]



[Fig. 3]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE PARTIEL

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 916955
FR 2301502

voir FEUILLE(S) SUPPLÉMENTAIRE(S)

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendications concernées	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	WO 2008/077443 A1 (MATERIALISE DENTAL NV [BE]; VAN LIERDE CARL [BE]) 3 juillet 2008 (2008-07-03)	1-4, 6	A61C 13/00 A61C 13/10 A61C 13/225
A	* page 7, lignes 8-22 * * page 10, lignes 8-15 * * page 12, ligne 26 - page 13, ligne 13; revendication 4; figures 1-6 * -----	7-9	
X	IT UB20 154 672 A1 (RUECA FRANCESCO [IT]; CALCINAI GIACOMO) 14 avril 2017 (2017-04-14)	1, 3-6, 14	
A	* alinéas [0048] - [0064] * -----	7-9, 12, 13	
X	US 4 772 204 A (SOEDERBERG PER O [SE]) 20 septembre 1988 (1988-09-20)	1, 3, 4, 6, 10, 11, 14	
A	* colonne 2, lignes 33-51; figure 2 * -----	7	
X	US 4 915 629 A (SELLERS GRADY C [US]) 10 avril 1990 (1990-04-10)	1, 3-10, 12-14	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
X	US 2014/023989 A1 (BOKU NARIYUKI [JP]) 23 janvier 2014 (2014-01-23)	1	A61C
A	* figures 23A-27C * -----	12, 13	
A	DE 20 2012 011951 U1 (BREDENT GMBH & CO KG [DE]) 25 janvier 2013 (2013-01-25)	14	
	* figures 1-3 * -----		
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
11 juillet 2023		Roche, Olivier	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

**ABSENCE D'UNITÉ D'INVENTION
FEUILLE SUPPLÉMENTAIRE B**

Numéro de la demande

**FA 916955
FR 2301502**

La division de la recherche estime que la présente demande de brevet ne satisfait pas à l'exigence relative à l'unité d'invention et concerne plusieurs inventions ou pluralités d'inventions, à savoir :

1. revendications: 1-14

Système de liaison déformable;

2. revendication: 15

CAO de positionnement d'implants et piliers.

La première invention a été recherchée.

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2301502 FA 916955**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
 Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **11-07-2023**
 Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2008077443 A1	03-07-2008	AUCUN	
IT UB20154672 A1	14-04-2017		
US 4772204 A	20-09-1988	EP 0195006 A1	24-09-1986
		SE 446370 B	08-09-1986
		US 4772204 A	20-09-1988
		WO 8502337 A1	06-06-1985
US 4915629 A	10-04-1990	AUCUN	
US 2014023989 A1	23-01-2014	CN 103429190 A	04-12-2013
		JP 5100918 B2	19-12-2012
		JP 5566525 B2	06-08-2014
		JP WO2012132057 A1	24-07-2014
		JP WO2012132819 A1	28-07-2014
		KR 20130019025 A	25-02-2013
		US 2014023989 A1	23-01-2014
		WO 2012132057 A1	04-10-2012
		WO 2012132819 A1	04-10-2012
DE 202012011951 U1	25-01-2013	AUCUN	