



Comprendre la CFAO 4D

Sébastien Felenc, Maxime Jaisson

L'imagerie en trois dimensions a envahi nos espaces de travail et bouleversé les procédures de conception des prothèses dentaires. La quatrième dimension ajoute le facteur temps à la visualisation des anatomies dentaires en animant les modèles selon l'exact déplacement des arcades des patients.

Il existe de très nombreuses applications à l'enregistrement dynamique du déplacement de la mandibule. Il ne s'agit plus d'une simulation sur un articulateur, mais bien d'un réel avatar numérique du patient. Nous exposons ici les différentes applications à la clinique et au laboratoire de cette nouvelle technologie. La technologie du dispositif MODJAW a été détaillée lors du congrès de l'IDS à Cologne en mars 2017, nous en voyons ici différentes applications.

Afin d'illustrer ces propos, des images ne suffisent pas. Nous vous proposons donc des animations auxquelles vous pouvez accéder en scannant les QR codes.



4. 84 et 85 ne permettent pas d'établir un diagnostic clinique de caries.

2 et 3. L'examen clinique permet seulement la détection des caries en 55, 61, 65, 75.



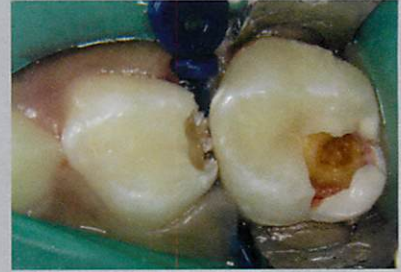
5. Radiographie bite-wing droite, diagnostic de caries proximales en 54, 55, 84, 85. L'examen clinique a seulement permis le diagnostic de la carie occlusale en 55.



6. L'examen clinique a seulement permis le diagnostic de la carie occlusale en 65.



7. Radiographie bite-wing gauche, diagnostic de caries proximales en 64, 65, 74, 75.



8. Après diagnostic radiographique bite-wing de caries en 64 et 65, début de traitement avec mise en évidence de la carie en 64.

2. Déroulé clinique

Un petit film dentaire est positionné à l'intérieur des dents examinées par un porte-film bite-wing ou par un porte-film coussin autoadhésif perpendiculaire au film (fig. 1). Le patient serre ce porte-film entre les dents pour maintenir l'ensemble.

Les figures 2 à 8 illustrent l'apport des radiographies bite-wing dans la détection des caries.

Astuces : si l'enfant n'arrive pas à serrer sur le porte-film, le praticien peut faire intervenir les parents pour l'y aider. Un enfant présentant un réflexe nauséux demande plus de patience ! Il faut le faire respirer profondément par le nez et poser un petit peu de sel sur la langue.

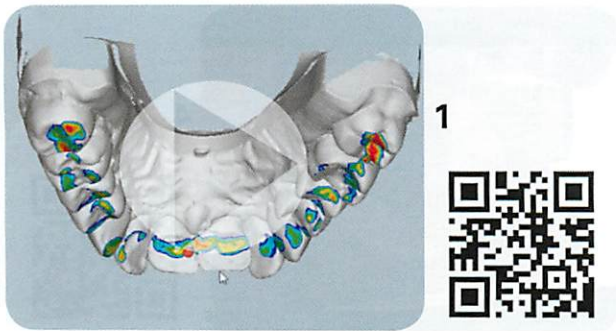
3. Paramètres à prendre en compte

Les radiographies ne devraient être réalisées que lorsqu'elles sont susceptibles d'apporter plus d'informations sur le plan de traitement du patient. Il est évident qu'il peut exister des circonstances cliniques particu-

lières, quand une radiographie est indiquée mais qu'il est impossible d'obtenir une image, par exemple si l'enfant ne coopère pas. Il est important dans ce cas de revoir l'accompagnement psycho-comportemental, d'évaluer le risque/bénéfice, de proposer des traitements prophylactiques, de différer à un autre jour ou de référer à un pédodontiste.

CE QU'IL FAUT RETENIR

- Les caries proximales peuvent être présentes chez les enfants dès l'âge de 2 ans et demi si les espaces interdentaires sont fermés.
- Les clichés bite-wing permettent de détecter les lésions carieuses initiales et mieux vaut soigner ou prévenir tôt que trop tard.
- Une lésion carieuse détectée cliniquement indique souvent l'existence d'autres lésions carieuses (souvent interproximales).
- Avoir un matériel adapté est indispensable : petits capteurs radiologiques, coussins porte-films auto adhésifs, tablier de plomb...



De quoi s'agit-il ?

Il s'agit d'enregistrer directement sur le patient les mouvements mandibulaires définis selon un protocole choisi par le praticien. Cet enregistrement animé des arcades en 3D (fichiers STL se déplaçant dans l'espace en même temps que le patient) permet de réviser sous forme de vidéo les déplacements enregistrés tout en bénéficiant de la gestion en 3D. Concrètement vous pouvez voir et vous rendre compte de tout ce qui se passe sur les arcades du patient (QR-code 1).

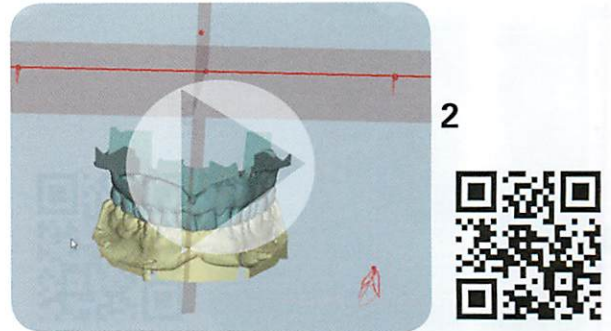
Globalement, quel bénéfice pour les thérapeutiques ?

En s'inscrivant réellement dans l'enveloppe de fonction du patient, laquelle est sous la dépendance des déterminants postérieurs de l'occlusion, les réalisations prothétiques sont plus pertinentes sur le plan fonctionnel. C'est toute la gestion de l'occlusion qui devient accessible, se démocratise et peut pénétrer le flux de travail de la chaîne CFAO au cabinet et au laboratoire.

Les traitements sont réalisés plus rapidement, les marges d'erreur sont grandement diminuées. Il y a moins de retouches d'occlusion. Le confort des patients est accru. Globalement, les professionnels produisent des prothèses de meilleure qualité tout en gagnant du temps. Telles sont les promesses de la mise en œuvre de la 4D.

Un thème qui s'inscrit dans l'histoire de notre profession

De très nombreux chercheurs et auteurs ont étudié la dynamique mandibulaire et la mastication au travers de différents dispositifs plus ou moins simples d'utilisation.



La littérature est riche de très nombreuses publications sur ces thèmes. Pour les plus connus, nous pouvons citer Lundeen et Gibbs avec le Replicator® [1].

Le terme de 4^e dimension était d'ailleurs cité pour la première fois par François Duret dans ses travaux sur l'Access Articulator® et le concept de neuro-musculo-compatibilité développé avec Jean-Pierre Toubol en 1989 [2].

Si ces travaux sont restés à l'état de recherche scientifique sans pouvoir impacter réellement la production des prothèses, c'est que la technologie n'était pas encore mûre à l'époque.

Les freins sont désormais levés et la CFAO est devenue mature. Elle a pénétré totalement la conception et la production des prothèses.

L'intégration de la fonction est maintenant une réalité qui peut directement influencer l'anatomie des prothèses dentaires dans des flux numériques (workflows) de routine.

Le dernier maillon de la chaîne prothétique

Jusqu'à il y a peu, la boucle numérique n'était pas totale [3] et obligeait le passage par des étapes de plâtre et de montage en articulateur physique avant de basculer sur sa réplique virtuelle.

C'est maintenant chose faite, le dernier maillon est tombé et il est possible de manière simple et précise de transférer la position spatiale du maxillaire par rapport à l'axe bicondylien vers un articulateur virtuel.

Mais nous verrons plus loin que l'utilisation de l'articulateur a évolué : il ne sert plus à simuler des trajets considérés comme sains (lesquels sont directement enregistrés et reproduits à partir du réel), mais plutôt à anticiper une position mandibulaire thérapeutique (QR-code 2).



Utilisation de la 4D selon la chronologie d'un traitement

En préopératoire

Le diagnostic initial est grandement amélioré grâce à l'analyse des trajectoires du dentale et des condyles mandibulaires. La possibilité de manipuler le patient tout en enregistrant les déplacements permet une finesse d'analyse encore jamais atteinte aussi facilement. Et si des graphiques persistent, ils sont directement corrélés à la vision 3D des déplacements, cela facilite la compréhension et l'analyse.

Concrètement, la visualisation d'un ressaut articulaire est facilitée, mais, surtout, l'enregistrement de la position spatiale de la mandibule à la perte et/ou au recapage du disque est possible.

La mise en évidence d'une interférence à la fermeture, la recherche d'une position reproductible de relation centrée, toutes les composantes de l'occlusion thérapeutique sont rendues abordables et simplifiées.

La capture de la dynamique mandibulaire intégrera le protocole initial de diagnostic au même titre que la photographie et l'imagerie médicale. Le montage en articulateur des modèles initiaux devient obsolète puisqu'il est réalisé virtuellement.

La 4D aide le praticien dans son diagnostic différentiel entre une occlusion pathogène ou une occlusion jugée correcte. Il choisira alors soit un traitement initial visant à rétablir une santé articulaire et fonctionnelle avant de réévaluer le patient au moment de passer aux étapes suivantes. La comparaison des enregistrements, initiaux et après traitement, peut alors se faire de manière objective (QR-code 3).

En début de traitement

Si l'indication d'une gouttière (de quelque nature qu'elle soit) est posée, sa conception est grandement facilitée. Après l'analyse 4D – donc l'analyse des modèles 3D en vidéo selon les manipulations de son choix –, le praticien peut fixer dans l'espace une position mandibulaire et exporter une relation intermaxillaire bien définie. La suite se passe au laboratoire avec une phase de conception 3D selon la prescription et la production de la gouttière, usinée ou imprimée (QR-code 4).

Tout traitement prothétique étendu débute par une modélisation des objectifs thérapeutiques.

La cire ajoutée (wax-up) est encore beaucoup utilisée, notamment parce que les anatomies informatiques sont peu naturelles et finalement difficilement manipulables. Mais cette étape s'améliore et la modélisation 3D gagne du terrain. Désormais, les informations issues de la 4D permettent d'améliorer très fortement ces propositions anatomiques initiales.

Tout d'abord dans la gestion de la relation intermaxillaire lors d'une augmentation de dimension verticale d'occlusion. C'est certainement le point le plus déterminant de l'évolution de la 4D. Le praticien analyse la vidéo et choisit précisément la position mandibulaire spatiale thérapeutique. Il exporte au laboratoire un fichier STL contenant la maxillaire et la mandibule du patient dans cette nouvelle relation. Le laboratoire intègre alors ces données dans son logiciel de CAO pour réaliser la modélisation du projet. Le gain de précision est ici très important car il n'y a plus d'approximation liée à un enregistrement en cire, puis un transfert vers articulateur mécanique ou virtuel.

La CAO peut aussi être guidée par des plans d'occlusion virtuels choisis et positionnés selon des données anatomiques concrètes et des superpositions radiographiques.



5



6

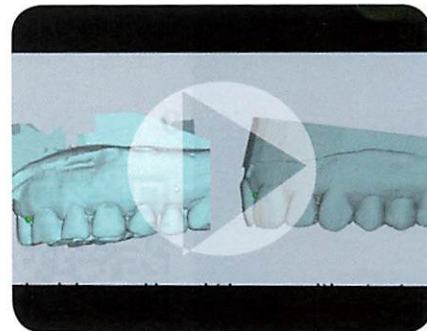


La 4D permet l'enregistrement de « Fonctionnal Generated Path » (FGP) [4] mandibulaires (ou maxillaires!) permettant de modéliser dans l'espace une « surface générée par la fonction » appelée FGS en format STL. Cette surface correspond à la bordure limite du déplacement des arcades [5] (QR-code 5).

Ces modèles diagnostiques virtuels guidés par la 4D peuvent servir directement à la réalisation des planifications implantaire et peuvent également être imprimés pour obtenir un modèle physique. Les planifications prothétiques virtuelles ou wax-up virtuels s'imposent progressivement du fait du gain de temps pour leur réalisation et grâce à la 4D la précision est augmentée [6] (QR-code 6).

Lors de l'anticipation esthétique

La phase d'essayage par mock-up nécessite un passage du 2D (analyse du visage en photo) au 3D (modélisation du sourire). Plusieurs techniques sont envisageables, la version conventionnelle manuelle en cire, bien entendu, mais aussi la modélisation CFAO qui permet la confection d'une gouttière pour le mock-up ou l'impression de modèles pour réaliser une clé. De très nombreux logiciels proposent cette fonction et nous pouvons en citer trois parmi les principaux: le 3-Shape qui a été utilisé



7



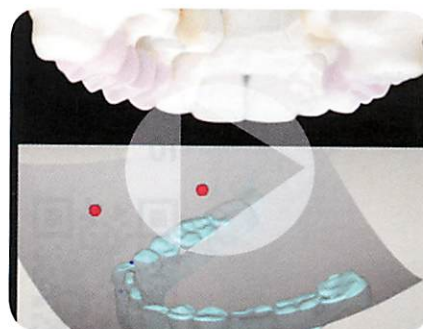
dans le cas illustré, le logiciel Cerec de Sirona et le logiciel Némotec qui est directement issu de la famille du DSD (Digital Smile Design).

Le rôle de la 4D ici est de permettre la confection de faces palatines adaptées. Si les techniques de dessin et d'essais de sourires sont très en vogue, la part fonctionnelle de ces restaurations est trop souvent occultée.

La 4D permet la confection de guides antérieurs pertinents grâce à la programmation des articulateurs virtuels et à l'utilisation de FGP [7] (QR-code 7).

Lors des réalisations prothétiques monobloc usinées

Le complément d'information apporté par la 4D à la confection des prothèses, grâce à la programmation complète et simplifiée d'un articulateur virtuel, au FGP et à la gestion des relation-intermaxillaires est totalement efficace si les prothèses fixées sont usinées. C'est particulièrement le cas si l'on utilise des vitrocéramiques renforcées en monobloc. Le cas retenu pour illustrer cette situation est celui d'un patient présentant des troubles de l'articulation temporo-mandibulaire (ATM) et des problèmes posturaux. *In fine*, les prothèses sont usinées en disilicate de lithium monobloc, permettant ainsi de bénéficier totalement de la chaîne prothétique virtuelle (QR-code 8).



8





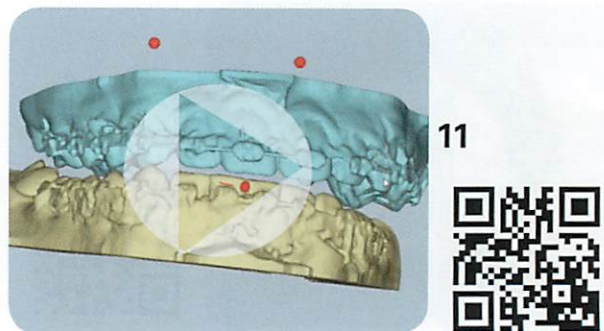
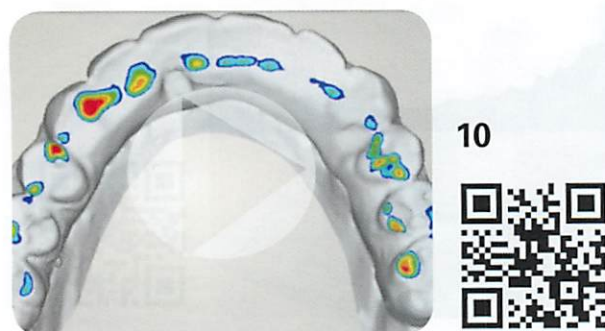
Pour la réalisation des prothèses totales bimaxillaires

La prothèse adjointe totale (PAT) requiert une gestion fine de l'occlusion. La gestion des concepts d'occlusion et ici, précisément, la réalisation d'une occlusion généralement équilibrée occupent depuis plus d'un siècle toute la profession. La 4D permet l'analyse et la réalisation du concept choisi par le praticien. C'est un élément de liberté supplémentaire. La chaîne prothétique tout numérique fonctionne, le cas ici présenté la résume rapidement (QR-code 9).

En postopératoire

Que le cas soit juste réalisé ou fasse l'objet d'un suivi, la 4D permet d'analyser finement l'occlusion dynamique. La recherche de prématurités, d'interférences, est largement facilitée comme nous l'avons vu plus haut. Mais c'est surtout l'analyse de l'enveloppe de fonction et la concordance des prothèses réalisées qui sont déterminantes ici.

L'exemple retenu est celui d'un bridge complet implantoporté maxillaire qui a présenté des fractures récurrentes des éléments cosmétiques antérieurs. L'analyse 4D permet d'objectiver un conflit entre l'enveloppe de fonction et la conception (QR-code 10).



En orthodontie

Les applications d'un dispositif d'analyse 4D en orthodontie sont multiples. Que ce soit pour un diagnostic initial, pour la recherche d'une relation centrée, pour l'optimisation des courbes de compensation ou même dans la préfiguration des chirurgies orthognathiques. Mais c'est certainement dans l'optimisation de la fonction masticatoire, notamment à travers l'équilibrage des angles fonctionnels masticatoires qu'on retrouvera le plus grand bénéfice de l'analyse 4D, au service notamment d'un nouveau paradigme de l'occlusion dentaire [8] (QR-code 11).

Quelle évolution ?

La 4D est avérée, les données recueillies sont déterminantes et la mise en œuvre prothétique accessible, mais le futur proche est encore plus prometteur.

Si la santé articulaire et musculaire est jugée saine, le design 3D des anatomies (la CAO) se fera directement sur les fichiers 4D initiaux du patient.

Dans le cas d'une pathologie, la 4D est un outil de diagnostic et de réévaluation permettant l'utilisation fine d'un articulateur virtuel afin de déterminer une position thérapeutique mandibulaire et le dessin d'anatomies dentaires pertinentes.

C'est à notre sens le prochain grand bouleversement du flux de travail en prothèse dentaire, pour le plus grand bénéfice des patients, et des deux professions unies, chirurgie dentaire et laboratoire de prothèse.

bibliographie

1. Lundeen HC, Gibbs CH. Advances in occlusion ,John Wright, Boston 1982.
2. Toubol J, Duret F. De l'articulateur au neuro-musculaire, de la mécanique à l'électronique (from articulator to neuro muscular and from mechanical to electrical: Access articulator). Les Cahiers de Prothèse 1989; 66: 43-53.
3. Jaisson M, Felenc S, Nocent O. La gestion de l'occlusion par les systèmes de CFAO : les critères de choix. Les Cahiers de Prothèse 2013; 161: 142-151.
4. Dawson PE. Chapter 19: Functionally generated path techniques for recording border movements intraorally. 1: Evaluation, diagnosis and treatment of occlusal problems. St. Louis, CV Mosby; 1974: 248-74.
5. Jaisson M, Felenc S. Occlusion et CFAO (CAD/CAM). Information Dentaire 2014; 96 (20): 48-56.
6. Abduo J, Bennamoun M, Tennant M, McGeachie J. Effect of prosthodontic planning on lateral occlusion scheme: a comparison between conventional and digital planning. Appl Oral Sci 2015; 23 (2): 196-205.
7. Jaisson M, Felenc S, Sastre T. Impression 3D au service de l'esthétique et la fonction. Information Dentaire 2015; 97 (39): 72-78.
8. Raymond JL, Kolf J. Complexité du système masticateur. Manifeste pour un nouveau paradigme de l'occlusion dentaire. Empresa, 2014.

Correspondance : sebastienfelenc@me.com

Maxime Jaisson est concepteur de la solution et directeur de la société Modjaw.



À l'occasion des 40 ans "d'occluso" à Marseille,

sous la présidence de Jacques DEJOU (Doyen de la faculté d'Odontologie), les auteurs dédicaceront leur livre

DYSFONCTIONNEMENTS TEMPOROMANDIBULAIRES

Comprendre - Identifier - Traiter

Judi 8 février 2018

à 19h : Buffet apéritif

à 20h : Début des présentations



**[EN PRÉSENTIEL OU À DISTANCE
EN DIRECT PAR WEBCONFÉRENCE]**

Participation : 30 €

Inscription sur place

avec préservation par email :

cno.paca@outlook.fr

ou règlement en ligne :

www.cno-provence.com

8 "Flashes DTM" de 7 minutes

- Les Clés du diagnostic différentiel (JEAN-DANIEL ORTHLIEB)
- Focus sur examen clinique et DTM (ARMELLE MANIÈRE-EZVAN)
- Diagnostic clinique des désunions discocondylienne de stade avancé (ANNE GIRAudeau)
- La gouttière d'antéposition (JEAN-PHILIPPE RÉ)
- Occlusion et posture : quel lien ? (ANNE GIRAudeau)
- DTM et orthodontie (ARMELLE MANIÈRE-EZVAN)
- L'équilibration occlusale d'évidence (JEAN-PHILIPPE RÉ)
- DTM et physiothérapie (JEAN-DANIEL ORTHLIEB)

FACULTÉ D'ODONTOLOGIE - 27, BD JEAN MOULIN - MARSEILLE

id

L'INFORMATION
D'ENTAIRE

idweblogs®

www.information-dentaire.fr

Comprendre la
CFAO
4D



Application clinique

**Clichés bite-wing
et diagnostic des caries**

Diagnostic différentiel

**Epulis et autres
tumeurs gingivales**

Histoire

**À la découverte
de Francisco Martinez**

L'hebdo de la médecine bucco-dentaire

n° **3** Vol. 100 - 24 janvier 2018

ESPACE
id
Presse Edition Multimédia

ISSN n°02978350

- ✓ D'avoir cru en nous lors de cette fusion.
- ✓ Merci pour votre confiance.
- ✓ Merci pour votre fidélité.
- ✓ Merci d'avoir avancé avec nous durant toute cette année écoulée.
- ✓ Pour le plus grand bonheur de tous vos patients.
- ✓ La nouvelle année commence. Nous ferons de belles choses ensemble et serons toujours à vos côtés.

2018 fois merci !

Olivier Lafarge
General Manager
Dentsply Sirona France





CFAO 4D : le futur, c'est aujourd'hui !

Oui, vous avez bien lu : 4D ! Dans ce numéro figure un article qui expose la CFAO en y incorporant la quatrième dimension. Dans notre environnement visuel, nous percevons les trois dimensions que sont la largeur, la hauteur et la profondeur ; nous sommes désormais habitués à regarder des films en 3D, même s'il faut pour cela s'équiper de lunettes adéquates. Alors, cette 4D quelle est-elle ? Faut-il faire appel aux agents Scully et Mulder, spécialistes des X files, pour enquêter ou interroger le Doc Emmett Brown, le savant fou de *Retour vers le futur* ? Non bien, entendu. Les auteurs de l'article, Sébastien Felenc et Maxime Jaisson, nous livrent la réponse : la quatrième dimension est celle du temps. Le temps, ce paramètre qu'ils enregistrent lors de l'examen occlusal du patient à des fins diagnostiques et qu'ils incorporent aux fichiers transmis vers le laboratoire pour l'élaboration des prothèses.

Quel intérêt cela peut-il bien présenter ? Envoyer seulement des empreintes au laboratoire permet de retrouver une position d'occlusion en engrenant les modèles. Observer et fournir des modèles montés en articulateur apporte beaucoup plus d'informations, mais ce dispositif mécanique comporte des interpositions dans la reproduction des trajets, puisque sa programmation se fait à partir de positions excentrées en latéralité ou en propulsion. Ce qui n'informe pas sur le trajet accompli entre le point de départ du mouvement et la position enregistrée.

Ce que proposent les auteurs est bien plus intéressant : c'est, grâce au système Modjaw®, d'enregistrer non seulement les mouvements limites, mais aussi les mouvements fonctionnels, et d'observer en temps réel sur un écran le déplacement des arcades dentaires. Il est ainsi possible de situer les contacts inter-arcades durant la mastication, d'en évaluer la chronologie et l'intensité. Tout cela en corrélant les déplacements condyliens. Alors oui, nous franchissons ainsi la porte de la quatrième dimension, en allant au-delà de ce que nous pratiquons aujourd'hui. Comme vous allez le découvrir, cet article ne pouvait se satisfaire d'illustrations figées. Pour profiter pleinement de ces informations, des QRcodes vous donnent accès aux vidéos qui vont vous faire découvrir tout l'intérêt de cette publication. Il vous faudra pour cela préalablement télécharger sur vos smartphones une application de lecture de QRcodes.

L'Information dentaire se met à la page de la modernité ; c'est le premier article qui vous propose cela, et sans doute pas le dernier. L'information utilise aujourd'hui une diversité de supports qu'il faut savoir adapter, conjuguer au mieux en fonction des contenus. Dans ce numéro, le futur, c'est aujourd'hui !

Gérard Duminil
Membre du comité éditorial



Astra Tech Implant System®

Une solution intelligente sans compromis

Le concept SmartFix® - restauration complète et immédiate pour l'Astra Tech Implant System® EV



Des résultats immédiats

Traitement simplifié qui, dans la plupart des cas, permet au patient de repartir avec une prothèse temporaire fonctionnelle le jour de l'opération.



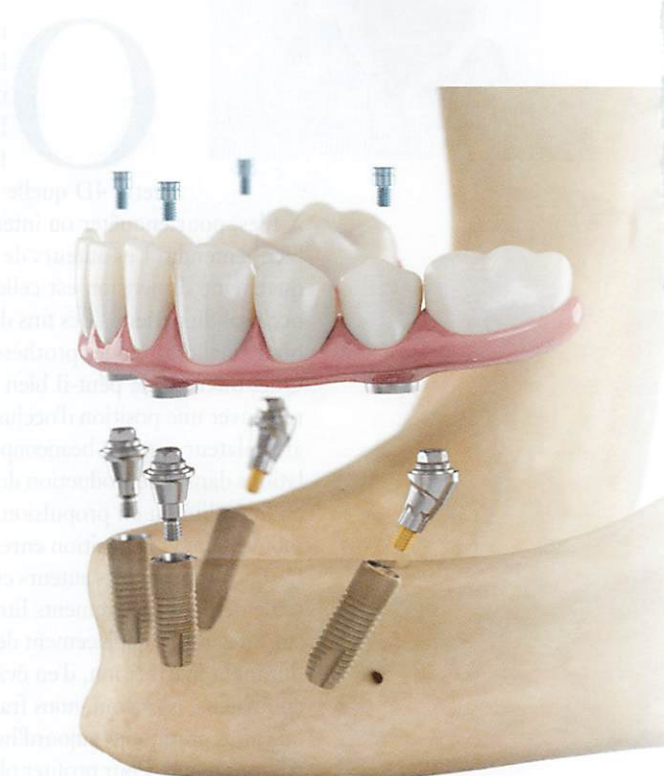
Simplicité pour le patient

Offre une fonction et une esthétique qui favorisent la confiance du patient et améliore sa qualité de vie.



Une solution favorable

Limite les besoins de greffe osseuse et d'autres procédures avancées, en comparaison des restaurations fixes classiques.



Dentsply Sirona France - 7 ter, rue de la Porte de Buc - 78000 Versailles - 01.30.97.65.00

SmartFix® EV: Dispositifs médicaux pour soins dentaires réservés aux professionnels de santé. Classes: I, IIa et IIb, CE0123. Organisme certificateur: TUV Sud. Fabricant: DENTSPLY Implants Manufacturing GmbH. Lisez attentivement les instructions figurant dans la notice avant toute utilisation. Non remboursés par la Sécurité Sociale.

Astra Tech Implant System™: Dispositifs Médicaux de Classe IIa, pour soins dentaires réservés aux professionnels de santé, non remboursés par les organismes d'assurance maladie. Lisez attentivement les instructions figurant dans la notice ou sur l'étiquetage avant toute utilisation. Organisme certificateur: CE 0123. Fabricant: Dentsply Implants Manufacturing GmbH. Rev 09/2016

THE DENTAL
SOLUTIONS
COMPANY™

Le partenaire de toutes vos solutions dentaires

 **Dentsply
Sirona**
Implants