

Ho-M6

CFAO et prothèse amovible partielle



Odile Laviolle
MCU-PH
UFR des Sciences
Odontologiques de **Bordeaux**
Sous-section de Prothèses



Arnaud Soenen
Ancien AHU
UFR des Sciences
Odontologiques
de **Bordeaux**
Sous-section de Prothèses



Aurélie Barsby-El Khoder
AHU
UFR des Sciences Odontologiques
de **Bordeaux**
Sous-section de Prothèses

Analyse clinique, conception et rigueur de réalisation sont les clés du succès d'une prothèse amovible partielle à infrastructure métallique (PAPIM). La CFAO permet de s'affranchir d'un certain nombre d'étapes de laboratoire souvent fastidieuses, mais les possibilités des différents logiciels peuvent-elles suppléer l'expérience humaine ?

Si la CFAO est apparue dans notre profession, grâce à **François Duret**, depuis plusieurs décennies maintenant, l'évolution des logiciels de prothèse amovible partielle et leur implantation dans la pratique des laboratoires restent presque anecdotiques en comparaison de l'essor rapide des mêmes techniques appliquées à la prothèse fixée. Pourtant, ces logiciels sont en développement depuis une dizaine d'années maintenant [10].

id

L'INFORMATION
D'ENTAIRE

EXCLUSIVITÉ
ABONNÉS



L'hebdo
de la médecine
bucco-dentaire

www.information-dentaire.fr



n° 29 Vol. 96 - 3 septembre 2014

ESPACE
id
Presse Édition Multimedia

Parallèlement à l'évolution des techniques numériques dans notre profession, l'intérêt pour la prothèse amovible partielle est allé décroissant au cours des années.

Cependant, J. Schittly remarquait déjà en 2003 : « La PAPIM est plus que jamais une discipline d'avenir » [7], et cela ne cesse de se vérifier depuis, car l'augmentation des patients édentés partiels du fait du vieillissement de la population et le coût des restaurations implanto-portées font que ce type de réhabilitations prothétiques garde toute sa place dans l'arsenal thérapeutique du praticien.

Souvent considérée comme simpliste, cette prothèse réclame pourtant une grande rigueur et une grande précision pour assurer la restauration d'un équilibre bucco-prothétique, confortable pour le patient et pérenne.

Le succès d'une PAPIM repose en grande partie sur sa conception, issue de l'analyse clinique et de la synthèse des éléments favorables et déstabilisants de la cavité buccale, du choix d'un axe d'insertion adapté à l'édentement et du choix judicieux des éléments constitutifs. Puis l'enregistrement des surfaces d'appui et la réalisation au laboratoire permettent de finaliser les choix prothétiques faits à la suite de l'analyse préprothétique [4, 8]. Quelles sont aujourd'hui les étapes de réalisation pouvant être prises en charge par la CFAO ?

Quel que soit le type de prothèse à réaliser par CFAO, cette technologie impose trois étapes successives :

- la saisie des données dentaires après enregistrement ;
- la réalisation de la maquette numérique ;
- la transformation du modèle virtuel en pièce prothétique.





La saisie des données dentaires

À l'heure actuelle, la prise d'empreinte conventionnelle en bouche à l'aide d'un porte-empreinte, individuel ou non, et d'un matériau d'empreinte adapté à la situation clinique reste la procédure d'usage. Une fois le modèle de travail coulé en plâtre dur, le recours à la technique CFAO peut être envisagé : la numérisation du modèle se fait par scannage et les données sont disponibles en format STL compatible avec les étapes de conception et de production suivantes. Comme en prothèse fixée, le modèle antagoniste ainsi que les rapports occlusaux sont scannés (tableau 1).

La réalisation de la maquette numérique

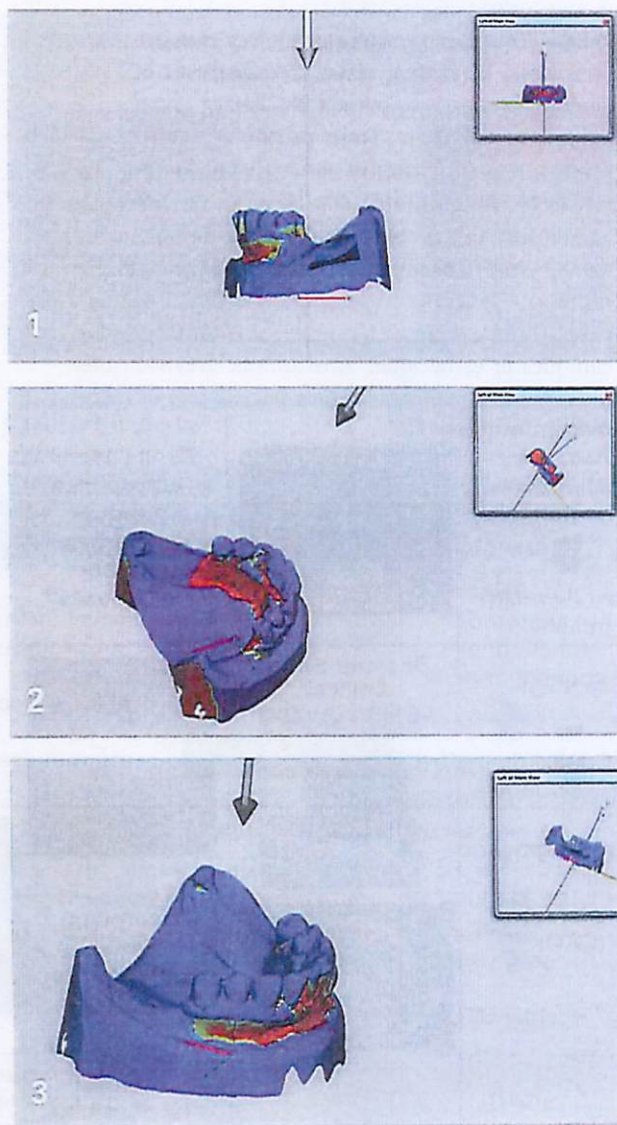
À ce stade, le praticien a synthétisé l'ensemble des données cliniques issues de son analyse préprothétique (favorables, défavorables ou neutres) pour en déduire le tracé de la future prothèse associé à un axe d'insertion prothétique optimal pour le cas considéré. En effet, le choix de l'axe d'insertion est fondé sur l'exploitation de tous les facteurs cliniques favorables à l'équilibre prothétique en fonction des caractéristiques de chaque classe d'édentement et des impératifs propres au patient [6]. De ce choix découlent la conception d'une prothèse répondant au mieux aux différentes contraintes biomécaniques et esthétiques ainsi que la prévision des interventions préprothétiques nécessaires (améloplasties, prothèse fixée...).

Tableau 1 - De l'empreinte conventionnelle au modèle virtuel

<p>Empreinte anatomo-fonctionnelle conventionnelle</p> <p>↓</p> <p>Coulée du maître modèle</p>		<p>Dans l'avenir : empreintes optiques des surfaces dento-muqueuses ?</p>
<p>Scannage</p> <p>↓</p> <p>Fichier STL</p>	<p>Scanner Smart Optics2</p> 	
<p>Modèle virtuel (CAO)</p>		<p>Scannage du modèle antagoniste</p> <p>Scannage du calage occlusal (si possible)</p>

L'empreinte secondaire enregistre donc une situation clinique finalisée en fonction du projet prothétique.

L'outil informatique de CAO doit pouvoir prendre en compte les choix effectués par le praticien, ce qui lui impose la transmission des informations indispensables, à savoir le tracé prospectif et l'axe d'insertion ainsi que des particularités cliniques qui ne seraient visualisables sur le modèle virtuel éventuellement (contraintes mécaniques à alléger ou au contraire à renforcer à certains points du châssis par exemple).



- Le transfert du tracé souhaité peut se faire sur support papier par un dessin ou directement sur le modèle : certains logiciels sont capables de numériser et de retranscrire les marques au crayon faites sur le modèle en plâtre (Scan 800 de 3Shape par exemple). Dans ce cas, la modélisation des armatures et selles prothétiques en sera facilitée [3].

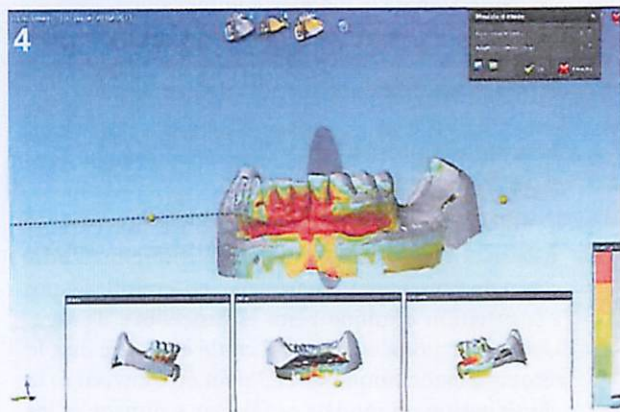
- Le transfert de l'axe d'insertion est possible directement par scannage du modèle pré-orienté [1] ou par repérage des surfaces de guidage réalisées par le praticien, associées aux indications fournies sur la fiche de transmission (sens du basculement du modèle, zones rétentives à exploiter en priorité...). Quel que soit le logiciel de CAO utilisé, l'affichage couleur des différentes zones du modèle permet au prothésiste d'identifier très rapidement les facteurs favorables et défavorables de l'arcade ainsi que les difficultés éventuelles à résoudre (fig. 1, 2, 3, 4).

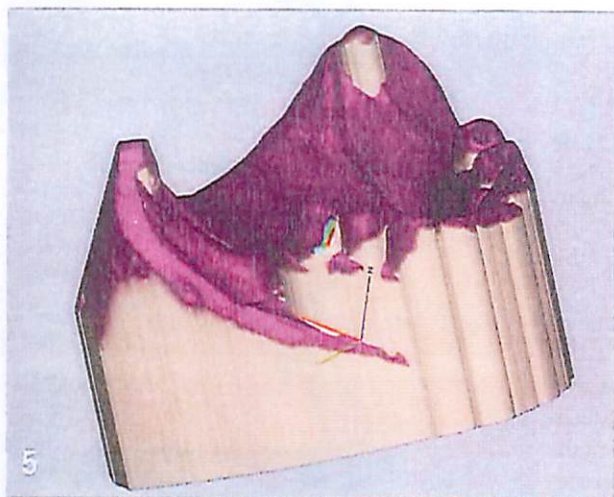
Une fois les zones de dépouille et de contre-dépouille repérées, une commande sélective permet d'ajuster la cire virtuelle de dépouille sur chaque dent: le cône de dépouille réalisé au niveau des collets peut être plus ou moins angulé en fonction de la friction souhaitée à l'insertion. En général réglé à l'identique pour toutes les dents

1. Le logiciel Sensable matérialise l'axe d'insertion par une flèche située en haut de l'écran: dans ce cas, il est vertical et les zones de contre dépouille sont identifiées et évaluées avec le code couleur (les zones rouge sont les plus rétentives)

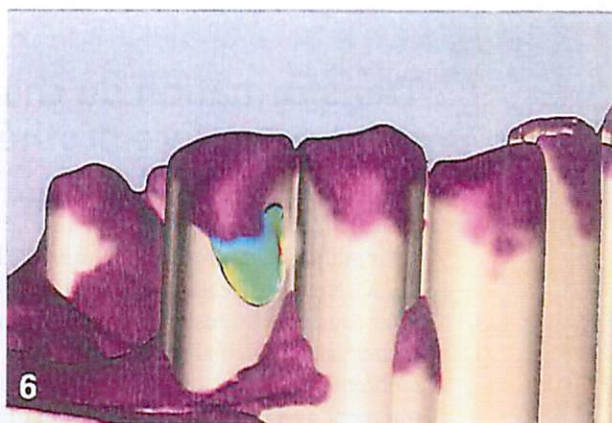
2 et 3. La bascule virtuelle du modèle modifie l'axe d'insertion et matérialise de nouvelles zones de dépouille et contre-dépouille, permettant ainsi de choisir au mieux la morphologie des différents éléments constitutifs.

4. Code couleur pour l'appréciation de la valeur des contre-dépouilles: logiciel Dental Wings. L'axe d'insertion est ici représenté par un axe horizontal, un peu déroutant par rapport au paralléliseur classique.

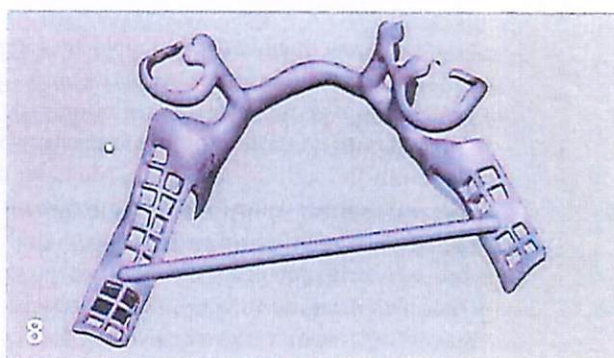
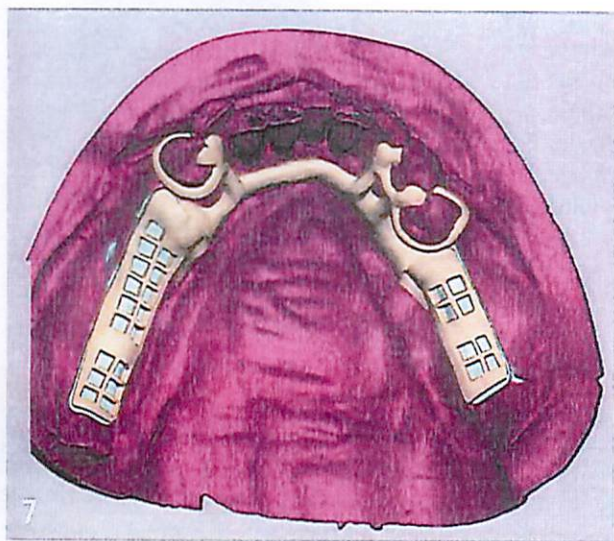




5. Le modèle est virtuellement mis de dépouille (en beige).



6. La zone rétentive au niveau du bras de crochet est aménagée aux dépens de la cire de dépouille. Une fois le modèle terminé, il n'est plus modifiable et les zones en beige deviennent bleues (sur Sensable).



7. Tous les éléments sont en place; le châssis est finalisé, vérifié: le lissage parfait de toutes les jonctions est impératif pour ne pas avoir de « trous » dans le maillage du fichier transmis au logiciel de FAO.

8. La tige de coulée est positionnée et le modèle virtuel effacé afin de visualiser le châssis dans tous les plans de l'espace.

supports d'éléments prothétiques, il est cependant possible de modifier cet angle en fonction des dents (logiciel Digistell), ce qui peut faciliter l'insertion prothétique sur une dent versée. Ensuite, le prothésiste ménagera l'emplacement des bras de crochets rétentifs sur chacune des faces vestibulaires en fonction du tracé fourni. Comme en technique conventionnelle, les espacements sont placés: à ce stade, la préparation du modèle virtuel est terminée (fig. 5 et 6).

Tous les éléments constitutifs du châssis sont alors positionnés en ajustant les préformes prévues dans le logiciel en fonction des données cliniques avant d'être reliés par l'armature choisie (plaque

palatine, barre linguale ou bandeau...). Tous les éléments se modèlent sur les surfaces d'appui de la future prothèse de façon extrêmement précise. Différents outils permettent le lissage parfait de tous les composants, indispensable pour la cohésion de l'ensemble lors de la coulée.

Tous les logiciels de CAO pour prothèse amovible partielle proposent des paramétrages personnalisables des différentes préformes afin de s'adapter au mieux aux habitudes de travail de chacun et aux contraintes rencontrées.

Une fois la maquette numérique vérifiée et validée, elle est enregistrée en format STL et envoyée au logiciel de FAO (fig. 7 et 8).

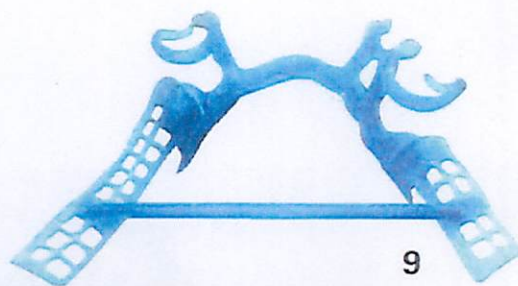
Transformation du châssis virtuel en pièce prothétique

Deux procédés de fabrication existent à l'heure actuelle [3, 5]:

- par addition: impression 3D, stéréolithographie (SLA), frittage sélectif par laser (DMLS);
- par soustraction: usinage du châssis en titane ou en matériaux calcinables.

L'obtention directe du châssis peut se faire uniquement avec un frittage sélectif par laser (technique additive) et par l'usinage d'un bloc titane (technique soustractive). Toutes les autres techniques additives ou soustractives impliquent le recours à une coulée traditionnelle du métal (tableau 2).

Le développement actuel rapide des imprimantes 3D dans la fabrication de petits objets quotidiens laisse à penser que les techniques de prothèse dentaire en profiteront dans un avenir proche, les avancées significatives dans le domaine du frittage laser ou de l'usinage du titane paraissant plus lointaines (fig. 9, 10, 11, 12).



9. Châssis en résine après impression 3D.



10. Prêt à être mis en revêtement.

Tableau 2 - FAO - fichier STL

Fabrication par addition			Fabrication par soustraction	
Stéréolithographie	Impression 3D	DMLS	Usinage titane	Usinage matériaux calcinables
Prototypage rapide	Modelage par dépôt en jets multiples	Frittage par laser de poudre Co-Cr	Mise en forme par machine-outil à 4 ou 5 axes	Mise en forme par machine-outil à 4 ou 5 axes
Maquette en résine à couler	Maquette en résine à couler	Fabrication directe	Fabrication directe	Maquette à couler
Très bonne précision	Très bonne précision	Haute précision	Haute précision Matériau performant	Très bonne précision
Étapes de coulée-grattage conservées	Étapes de coulée-grattage conservées	Difficultés de métallurgie Technologie sophistiquée en développement	Technologie lourde et onéreuse	Étapes de coulée-grattage conservées



11. Puis coulé.

12. Validation clinique après coulée avant le montage des dents prothétiques et la finition.

Apports de la CFAO en prothèse amovible

Parallèlement au caractère nouveau et ludique des réalisations par CFAO, il convient de déterminer les apports réels de cette technologie, tant du côté praticien que du côté laboratoire. C'est principalement pour celui-ci que les changements interviennent dans la chaîne de travail : des étapes sont nouvelles, d'autres sont modifiées ou supprimées et des risques d'erreur nouveaux interviennent :

- le scannage des modèles est une étape supplémentaire préliminaire ;
- la duplication du maître modèle est supprimée ;
- toutes les manœuvres de préparation du modèle et du maquetage à l'aide des cires préformées sont remplacées par le même travail avec les outils informatiques disponibles ;
- le grattage et polissage final du châssis sont réduits en durée grâce à la FAO.

Quels sont les avantages et inconvénients de ces changements d'habitude ? Les avis sont parfois divergents entre les professionnels, sur certains points, selon les habitudes de travail de chacun, mais on peut dégager certaines constatations :

- du point de vue du confort de travail, le côté fastidieux de certaines étapes de maquetage ou de grattage est largement diminué. En revanche, l'apprentissage de la maîtrise de l'informatique est long et lent au début, demandant une certaine adaptabilité au travail prolongé devant écran ;
- du point de vue de l'économie des matériaux, elle est réelle par rapport aux matériaux de duplication, aux revêtements, aux cires... diminuant donc les coûts, mais aussi l'utilisation de produits plus ou moins nocifs pour la santé du manipulateur et pour l'environnement (poussières métalliques de grattage, phosphates par exemple) ;
- du point de vue de la précision finale du travail, la réduction des manipulations humaines et la capacité des logiciels à mettre en évidence des paramètres défavorables représentent un gain de précision de réalisation. Cependant, cela est à pondérer pour les techniques de FAO avec obtention d'une maquette à couler : le fait que ces maquettes en résine n'aient pas de support rigide (le modèle réfractaire) induit un risque de déformation lors de la mise en revêtement ;
- du point de vue du gain de temps, les comparaisons publiées entre techniques [1, 9] s'accordent sur une réduction d'environ 30 % du temps de travail effectif. En revanche, les temps morts sont plus importants du fait de la longueur de l'étape FAO, mais elle ne nécessite pas d'intervention humaine une fois lancée contrairement à la coulée, elle se fait généralement la nuit et permet la fabrication d'une dizaine de maquettes à la fois en moyenne. Il faut noter que la fabrication des maquettes maxillaires est plus longue que celle des mandibulaires et l'immobilisation prolongée de la machine est alors économiquement moins rentable.

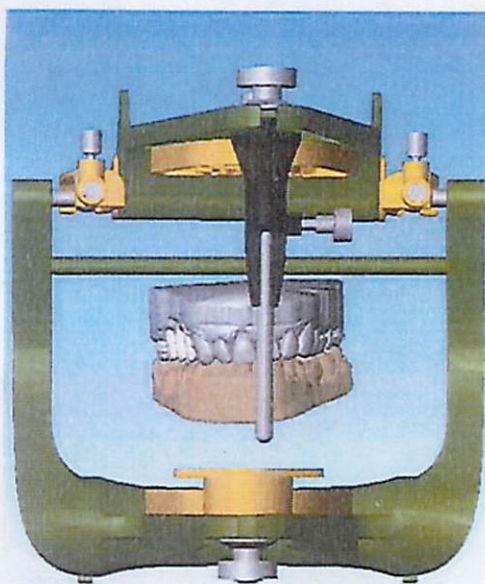
On peut ajouter à ces constatations un avantage sur lequel tous les professionnels s'accordent : la possibilité de pallier tout problème de fonderie en reproduisant rapidement, avec la même précision et sans étapes supplémentaires, la maquette en résine de la prothèse à partir du fichier enregistré après CAO, contrairement à la procédure conventionnelle où le travail doit être repris au stade de la duplication du modèle issu de l'empreinte secondaire.

Parmi les inconvénients de la CFAO, l'investissement financier nécessaire ainsi que les coûts de formation du manipulateur, de maintenance et de mises à jour des différents logiciels restent les freins principaux au développement de cette technologie dans les laboratoires.



13. PAP maxillaire en Peek réalisée par CFAO.

14. Grâce à l'articulateur numérique, le montage des dents artificielles virtuelles et le contrôle des rapports occlusaux sont possibles.



Côté cabinet, le recours à la CFAO en PAP n'a pas réellement de répercussions sur la pratique, mais apporte une certaine sécurité quant à la reproductibilité qualitative des travaux et au respect des délais de fabrication.

Conclusion

Les apports de CFAO en prothèse amovible sont certains, mais sont contrebalancés par les coûts encore élevés. L'augmentation de l'activité dans tous les domaines de la CFAO permettra sans doute, comme dans d'autres secteurs, une réduction à plus ou moins long terme de ces coûts.

La CAO peut être appréhendée de deux manières à la fois par le praticien et le prothésiste: comme un outil de production permettant d'optimiser la qualité et la quantité du travail, mais aussi comme un outil de communication cabinet / laboratoire très efficace, car immédiat et visuel, et ce à chaque fois qu'un cas complexe ou une difficulté imprévue nécessite un échange rapide entre les deux professionnels [2, 3].

Le futur de la CFAO passera sans doute tout d'abord par la mise au point de l'empreinte optique des tissus muqueux associée à l'empreinte numérique des éléments dentaires déjà existante, éliminant ainsi les techniques d'empreinte conventionnelles et tous les risques d'imprécision qui y sont associés. Ce futur est très proche si l'on considère les avancées dans ce sens en prothèse complète [8]. Cependant, la prise en compte et la gestion de paramètres cliniques comme la dualité tissulaire reste pour le moment impossible. Il est actuellement trop tôt pour pronostiquer les évolutions de la FAO dans le domaine de la PAP du fait des coûts induits par les différentes techniques. Cependant, l'usinage de matières plastiques telles que le Peek (fig. 13 et 14) laisse présager une nouvelle façon de voir la prothèse amovible en général.

Remerciements

Les auteurs remercient le Docteur Karen Vincent qui a réalisé la plupart des clichés photographiques dans le cadre de son travail de thèse.

Ils remercient également les laboratoires Siriex et SOCA pour leur collaboration.

bibliographie

1. Baixe S, Etienne O, Kress P, Taddei C. Apport de la CFAO en prothèse amovible partielle. *Cah Proth* 2010; 152: 43-59.
2. Bohin F. En route pour le numérique. *Info Dent* 2014; 10: 20-37.
3. Guide de la CFAO dentaire. Ed. CNIFPD - UNPPD, 2009.
4. Joullié K, Julia M, Durand JC, Nublat C. Prothèse amovible partielle à infrastructure métallique : conception du châssis par CAO. *Strat Proth* 2011; 11 (1): 37-46.
5. Joullié K, Julia M, Nublat C. Prothèse amovible partielle : fabrication du châssis par FAO. *Strat Proth* 2011; 11 (2): 97-106.
6. Schittly J, Schittly E. Prothèse amovible partielle : clinique et laboratoire. Rueil Malmaison: Ed CdP, collection JPIO, 2012.
7. Schittly J. Gouverner c'est prévoir. *Cah Prot* 2003; 123: 2-4.
8. Siriex C. La CFAO en prothèse complète amovible. *Technologie Dentaire* 2014; 326: 10-21.
9. Soenen A. Prothèse partielle amovible et CFAO. CFAO CadCam Cap d'Agde 28-29 juin 2012.
10. Williams RJ, Bibb R, Eggbeer D, Collis J. Use of CAD/CAM technology to fabricate a removable partial denture framework. *J Prosth Dent* 2006; 96: 96-99.

Correspondance

Université de Bordeaux, Faculté d'Odontologie
16-20 cours de la Marne, 33082 Bordeaux Cedex

Les auteurs déclarent ne pas avoir de lien relatif au sujet abordé.