

Matériaux et CFAO dentaire

La CFAO dentaire a mis 40 ans pour devenir incontournable en dentisterie. Aujourd'hui, nous devons bien réaliser qu'elle a été inventée en France par François DURET. CFAO et céramiques sont étroitement liées et les céramiques voient leurs indications de plus en plus nombreuses que ce soit pour les systèmes de cabinet dentaire (chair-side systems) ou les systèmes de laboratoires (laboratory based). Par la CFAO, pratiquement toutes les restaurations dentaires peuvent être concernées. La dentisterie restauratrice (inlays, onlays et facettes), la prothèse fixe sur dents naturelles (chapes, armatures de bridges, éléments métalliques pleins) et la prothèse implantaire (piliers, armatures unitaires ou plurales) utilisent la CFAO (Tableau n°1). Tous les matériaux de la dentisterie adhésive, et de scellement traditionnels de la prothèse métallo-céramique peuvent être utilisés. Par contre, les colles restent recommandées pour les céramiques avec des phases vitreuses, ou éventuellement les CVIMAR pour l'alumine.



Dr. Bruno PELISSIER
 ■ UFR d'Odontologie
 de Montpellier I

Tableau 1

INDICATIONS, SYSTÈMES ET MATÉRIAUX

Sur dent naturelle

- Chapes et structures dans différents matériaux : Oxyde d'aluminium (Procera®) ; Oxyde de zirconium (Procera®, Lava®) ; Chrome-cobalt (Etkon®)...
- Inlays, onlays avec le Cerec®
- Facettes avec les technologies Procera®, Lava®, Etkon®...

Sur implant

- Piliers : Oxyde de zirconium (Etkon®, Procera®, Atlantis®...) ; Titane (Etkon®, Procera®...)
- Structures implanto-portées fixes ou amovibles (3I Cam Structure®, Pont Procera® de Nobel Biocare®, Barres Biocad®...)

Mais, certaines difficultés sont rencontrées aujourd'hui en CFAO, qui dans un avenir très proche devraient disparaître par l'ouverture des systèmes. En effet,

aujourd'hui, l'évolution rapide des systèmes et des matériaux pose des problèmes aux prothésistes, mais aussi indirectement aux praticiens. Il est donc très difficile de choisir un système, de connaître tous les matériaux, de faire une synthèse, sauf si on est réellement un « spécialiste en CFAO » et encore !! Une réactualisation permanente doit être faite. Pratiquement, tous les matériaux (Céramiques, Métaux et Résines) peuvent être utilisés en CFAO ; généralement, ils correspondent aux trois grandes familles utilisées pour la réalisation de chapes dentaires (Fig. 1). Il faut noter que l'Aristée® (matériau résine fibrée) a été le premier matériau utilisé en CFAO par François DURET. Un autre problème rencontré est que certains systèmes n'utilisent que certains matériaux, comme la zircone, et d'autres systèmes permettent d'usiner des métaux comme le Titane ou encore certains métaux précieux. Tous les systèmes n'utilisent pas tous les matériaux, ce qui, dans certains cas, pose des problèmes aux praticiens qui peuvent être pris en « otages » par des orientations systématiques vers certains matériaux ou systèmes.

Les premières machines utilisées en CFAO dentaire ont travaillé par soustraction ; on parle en général d'usinage, en référence à l'industrie, aux usines et aux machines outils : terme impropre puisqu'il faut parler d'usinage par soustraction comme il existe un usinage par adjonction. Actuellement, la plupart des systèmes de CFAO usinent par soustraction ; à partir d'un bloc de matériau, on aboutit à la pièce correspondant à la réalisation informatique. La nature du bloc de matériau correspond au choix du matériau retenu pour la prothèse et sa dimension est choisie en fonction de la dimension de la future restauration (Fig. 2a, b et c).

Pour des restaurations plus complexes qui ne peuvent être obtenues par usinage classique ou par coulée, ce qui est rare, il existe des machines qui travaillent par adjonction. Mais en général, ces techniques par adjonction ne sont pas dépendantes de la complexité de la pièce mais plutôt d'un autre concept lié à l'économie de matériau. Des particules de métal sont fusionnées par microfusion laser, ce dernier étant piloté par informatique. Les différentes couches successives aboutissent à l'élaboration de la restauration finale. Des maquettes en cire ou en résine calcifiable par des sortes de grosses imprimantes 3D à jets de cire ou de résine peuvent être réalisées par adjonction. Ces maquettes peuvent servir de provisoires, projets esthétiques ou sont destinées ensuite à être coulées par des méthodes traditionnelles de laboratoire.

Métal ou céramique est la question principale que l'on se pose actuellement en dentisterie. Cette question est donc aussi présente en CFAO, même si la céramique est le matériau privilégié. Il est évident que pour les préparations, il faut faire la part des choses entre les

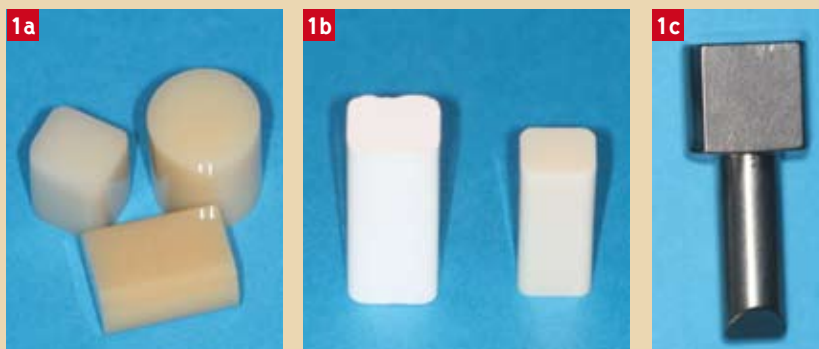


Fig. 1 : différents matériaux usinables

1a : céramique, résine et zircone (matériaux GC®), **1b** : zircone pré-fritée et après cuisson (matériaux GC®), **1c** : bloc de titane



Fig. 2 : blocs de matériaux et usinage
2a : titane 2b : résine 2c : céramique

Fig. 3 : différents blocs de céramique usinables
3a : blocs de céramique pour le Cerec®
3b : IPS Empress CAD Ivoclar®
3c : IPS Empress CAD Ivoclar®

nécessités de la CFAO (dépouille et sans angles trop vifs) et les nécessités de la céramique (pas d'angles vifs, épaisseur régulière et suffisante) ; il faut faire également la différence entre les céramiques esthétiques et d'infrastructure, les premières étant plus sensibles à des défauts de préparation par le risque de concentration de contraintes. Les techniques par addition concernent les métaux (acier et titane), la cire et la résine calcinable. Celles par soustraction ou « par usinage » s'adressent principalement à la céramique, même si on peut aussi utiliser, en CFAO soustractive, du titane. Actuellement, la CFAO permet des formes de préparations classiques, sans angles vifs, et sans contre-dépouilles pour avoir un scannage optimal, même pour la zircone, ce qui permet de ne rien modifier dans notre pratique quotidienne. C'est important car il ne faut plus faire des préparations spéciales CFAO, mais aussi en fonction des systèmes utilisés et en particulier ceux utilisant des palpeurs.

Les métaux

L'utilisation des métaux est la même qu'en dentisterie traditionnelle. Les métaux sont soit usinés à partir de blocs ou de disques soit mis en forme par des techniques au laser. En CFAO, le titane et le CoCr sont les plus utilisés, même si nous pouvons aussi utiliser des métaux précieux ou semi-précieux. Le titane constitue une bonne alternative à la céramique, il est considéré comme un métal ayant une résistance mécanique importante et une bonne ductilité. Le titane est l'un des métaux les plus biocompatibles. Il n'a absolument aucune toxicité et possède une résistance très élevée à la corrosion. De plus, il possède une haute résistance mécanique et un module d'élasticité très bas, ce qui le rend compatible avec les structures osseuses. Le développement de nouvelles techniques et de la CFAO, a élargi le domaine d'application du titane dans la dentisterie moderne. (Fig. 1c et 2a). L'utilisation des métaux est la même qu'en dentisterie traditionnelle. Les métaux sont soit usinés à partir de blocs ou de disques soit mis en forme par des techniques au laser. En CFAO, le titane et le CoCr sont les plus utilisés, même si nous pouvons aussi utiliser des métaux précieux ou semi-précieux. Le ti-

tane constitue une bonne alternative à la céramique, il est considéré comme un métal ayant une résistance mécanique importante et une bonne ductilité. Le titane est l'un des métaux les plus biocompatibles. Il n'a absolument aucune toxicité et possède une résistance très élevée à la corrosion. De plus, il possède une haute résistance mécanique et un module d'élasticité très bas, ce qui le rend compatible avec les structures osseuses. Le développement de nouvelles techniques et de la CFAO, a élargi le domaine d'application du titane dans la dentisterie moderne (Fig. 1c et 2a).

Les céramiques

Les techniques soustractives par CFAO permettent d'usiner tous les types de céramiques soit de type esthétique, soit de type structural. Pour le système au cabinet dentaire, les possibilités sont limitées aux céramiques esthétiques de type feldspathique ou de vitrocéramiques renforcées à la leucite ou au disilicate de lithium. Pour les systèmes de laboratoire, le choix est beaucoup plus large. On retrouve les céramiques esthétiques de type feldspathique et vitrocéramique. Mais, le développement actuel de la CFAO est essentiellement lié aux céramiques structurales avec les céramiques infiltrées de verre et les céramiques polycristallines de type alumine et surtout zircone. Ces céramiques permettent d'élargir les indications en prothèse céramo-céramique aux couronnes postérieures et pour la zircone aux bridges postérieurs.

Les céramiques feldspathiques

Les céramiques feldspathiques sont constituées de poudres d'oxydes, fondants et pigments colorés frittés dans une matrice vitreuse. Elles sont biocompatibles, soit renforcées à l'albite soit à la leucite et sont présentées sous forme de blocs. De nombreux systèmes permettent l'usinage de ce type de matériau. Des inlays/onlays, des facettes ou des couronnes unitaires peuvent être réalisés. Cela peut être fait en CFAO directe ou indirecte. Les propriétés esthétiques des céramiques feldspathiques sont bonnes, mais pour reproduire la stratification naturelle de la dent, des maquillages sont nécessaires ou bien actuellement des blocs multicouches ont été proposés (IPS Empress CAD®) (Fig. 3). Par contre, les

propriétés mécaniques sont faibles. Le collage est recommandé pour ce type de céramique.

Les vitrocéramiques

Les vitrocéramiques sont essentiellement composées de silice, d'alumine et de différents oxydes, opacifiants et colorants. IL existe deux grandes familles : celle dont la phase majoritaire est la leucite et celle dont la phase majoritaire est le disilicate de lithium. Cette dernière famille a l'avantage d'être plus résistante à la flexion. Les blocs de céramique au disilicate de lithium (IPS e.max CAD® Ivoclar®) (Fig. 4) présentent des propriétés optiques similaires aux céramiques feldspathiques mais avec des propriétés mécaniques supérieures. Toutes les discussions et les « dental forum » parlent de ce nouveau matériau. Ces céramiques sont proposées avec 4 niveaux de haute translucidité ou HT, basse translucidité ou LT, moyenne opacité ou MO, et haute opacité ou HO. Ces vitrocéramiques peuvent être utilisées avec (en CFAO indirecte) ou sans infrastructure (en CFAO directe comme le Cerec®). Un traitement thermique spécifique de cristallisation est nécessaire après usinage du bloc IPS e.max CAD® Ivoclar®. La réalisation de facettes ou de couronnes unitaires antérieures sur dents pulpées sont de très bonnes indications cliniques. Le collage est impératif pour ces vitrocéramiques.

Les céramiques infiltrées

Les céramiques infiltrées permettent la réalisation d'infrastructure pour des couronnes céramo-céramiques ; des blocs de céramiques infiltrées poreuses sont maintenant disponibles. Après usinage, l'infrastructure est infiltrée par un verre, puis subit un traitement thermique. Nous trouvons dans cette famille, la céramique In Ceram Spinell® qui a une très grande translucidité ; d'excellents résultats esthétiques sont obtenus sur les dents antérieures. L'In Ceram Alumina® est une autre céramique ; elle est plus opaque et avec de très bonnes propriétés mécaniques et permet la réalisation d'infrastructures pour couronne unitaire dans le secteur antérieur et postérieur. Enfin, il existe la céramique In Ceram Zirconia® (33 % Zr et 66 % d'alumine) qu'il ne faut surtout pas confondre avec la zirconie ; elle est la plus tenace mécaniquement et la plus opaque. Elle sera

donc utilisée pour masquer une dent ou un support très foncé. Quand les propriétés mécaniques sont indispensables (infrastructures unitaires postérieures, ou pour de petits bridges), cette céramique est une très bonne indication clinique.

Les céramiques polycristallines

et la zirconie sont deux céramiques aux très bonnes propriétés mécaniques, qui n'étaient pas accessibles avant l'apparition de la CFAO.

■ **L'alumine pure :** l'alumine est semi-translucide et ses propriétés mécaniques sont excellentes. En CFAO, il s'agit de blocs d'alumine pure préfrittée. Ses indications concernent les couronnes unitaires (secteurs antérieur et postérieur) et les petits bridges. L'alumine, du fait de sa translucidité, est proposée par Procera® pour les éléments antérieurs unitaires sur dents vivantes. Sa relative fragilité ne permet pas de réaliser des armatures de bridges.

■ **La zirconie pure : (Fig. 5 et 6) La zirconie pure ou oxyde de zirconium (ZrO₂)** onest inutilisable comme céramique structurale. En effet, lors du refroidissement, la transformation de la phase tétragonale (haute température) en phase monoclinique (basse température) s'accompagne d'une augmentation de volume d'environ 3 à 4% avec apparition de fissures dans le volume de la pièce en zirconie pure qui peut ainsi se fracturer à température ambiante. Par contre, si l'on dope cette zirconie pure en lui ajoutant environ 3 moles % d'Yttrium, on stabilise la phase tétragonale à température ambiante et l'on obtient une zirconie dite 3Y-TZP (Zirconie Polycristalline Tétragonale dopée par 3 moles % d'Yttrium) qui contient jusqu'à 98% de phase tétragonale. Cette zirconie Y-TZP est métastable, aussi sous l'effet d'une contrainte mécanique, une microfissure se propageant dans cette zirconie va transformer localement la structure tétragonale en structure monoclinique plus stable. Ce faisant, l'énergie de déplacement de la microfissure va être consommée par l'augmentation de volume de la transformation de la phase tétragonale en phase monoclinique, jusqu'au blocage de la microfissure.

4a



4b



Fig. 4 : différents blocs de céramique usinables
4a et 4b : blocs de céramique e.max CAD Ivoclar® pour le Cerec®

Ce phénomène définit un renforcement par transformation de phase caractéristique de la zircone de type Y-TZP. Il s'agit d'une céramique à très haute performance mécanique et avec un pouvoir réflecteur très important. Il est possible de la colorer pour atténuer ses caractéristiques réfléchissantes. Ses indications vont de la couronne unitaire aux bridges (avec les réserves citées plus haut) en passant par les piliers en implantologie. Pour l'usinage par CFAO, cette zircone Y-TZP existe sous trois types de blocs. Ces blocs sont tous élaborés à partir de poudre de zircone Y-TZP, provenant essentiellement de la firme TOSOH Corporation. Les blocs de zircone crue correspondent à une poudre associée à un liant et simplement compactée sous pression. Ils sont usinés avec un surdimensionnement d'environ 20 à 25% qui compense le

retrait obtenu lors du frittage terminal. Les blocs de zircone pré-frittée sont des blocs crus qui subissent un traitement thermique de frittage sans aller jusqu'à la densité maximale. On obtient ainsi des blocs qui sont faciles à usiner, mais avec des propriétés supérieures aux blocs crus. La majorité des systèmes de CFAO utilisent les blocs pré-frittés. Elle nécessite un usinage surdimensionné d'environ 20% qui compense le retrait de frittage terminal et une grande homogénéité des blocs. En effet, ce surdimensionnement, pris en charge par le logiciel de CAO, est la partie délicate de la technique.

Les blocs de zircone HIP sont fabriqués par une technique spécifique qui permet en associant température et pression d'obtenir une densité de pratiquement 100%, donc sans porosité. Les propriétés mécaniques avant usinage sont supérieures d'environ 20% aux blocs pré-frittés. Cette forme HIP (Hot Isostatic Pressing), très dure, a l'avantage de permettre un usinage directement à la forme définitive (échelle 1:1), avec des machines très puissantes. Par contre, l'usinage prend beaucoup plus de temps, use fortement les fraises et peut introduire des défauts qui annihilent en grande partie la résistance de départ. Avec ce type de zircone, on peut réaliser des pièces prothétiques très précises et fines sans frittage secondaire. Son usinage est peu répandu.

Compagnie	Système	Types de céramique usinée
3M Espe	Lava	Zircone Y-TZP
Amann Girrbach	Ceramill mall	Zircone Y-TZP
Bego Medical	Bego Zircone	Y-TZP
Bien-air dental	Bien Air	Zircone Y-TZP Zircone Mg-PSZ Alumine Céramique felspathique
Dentsply -Degudent	Cercon Zircone	Y-TZP
Diadem	Diadem	Zircone Y-TZP
Euromax	Euromax	Zircone Y-TZP
GC Tech.Europe	Aadva Zircone	Y-TZP
Heraeus-Kulzer	Cara Zircone	Y-TZP
Hint-Els	Dentacad	Zircone Y-TZP Zircone Nanozir
Kavo dental	Everest	Zircone Y-TZP Zircon Vitrocéramique
Metalor dental	Metanova	Zircone Y-TZP
Nobel Biocare	Procera	Zircone Y-TZP
Nobil-Metal	Sinergia	Zircone Y-TZP
Oratio	Cyrtina	Zircone Y-TZP
Schutz dental	Tizian Zircone	Y-TZP
Sirona	Cerec inlab	Zircone Y-TZP Alumine Céramique infiltrée Vitrocéramique Céramique feldspathique
Straumann	Etkon	Zircone Y-TZP
Suntech dental	Suntec	Zircone Y-TZP
Wieland	Zenotec T1	Zircone Y-TZP Alumine
Zirkonzahn	5-Tec	Zircone Y-TZP



Fig. 5 :
5a : bloc de zircone GC®
5b : blocs de zircone pré-frittée YZTP (Lava 3M espe®)
Fig. 6 :
6a : bloc de zircone pré-frittée Y-TZP (Lava 3M espe®),
6b : usinage
6c : cosmétique

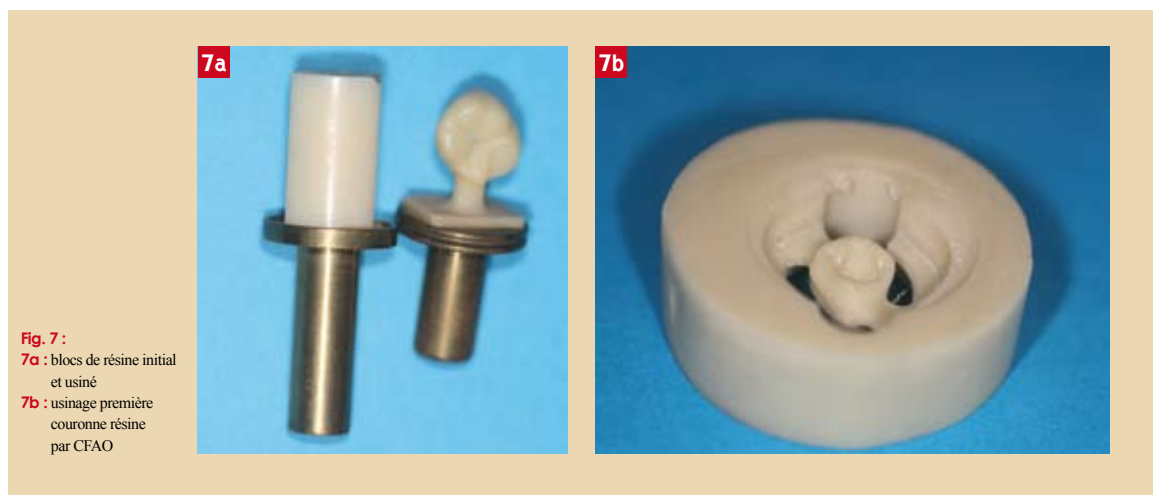


Fig. 7 :
7a : blocs de résine initial
 et usiné
7b : usinage première
 couronne résine
 par CFAO

Les résines

Il peut s'agir de résine calcinable qui sera coulée secondairement à cire perdue, l'étape de réalisation de la cire n'étant plus nécessaire par le prothésiste. Des résines destinées à la réalisation de couronnes ou bridge provisoires peuvent être usinées dans des blocs ou des disques ; ces provisoires serviront de bases numériques aux futures restaurations, après les adaptations cliniques, fonctionnelles et esthétiques. Le système Everest utilise une résine polymère possédant de hautes performances, et ceci pour la confection de chapes et d'armatures de bridge dont l'étendue peut aller jusqu'à six éléments. Le matériau est une résine polymère renforcée en fibres de verre. Ces lingotins conçus pour le système Kavo® portent le nom commercial : C-Temp®. Ils sont caractérisés par une grande résistance mécanique, ainsi qu'une faible solubilité dans un milieu aqueux. Les principales indications des lingotins ou disques C-Temp® concernent la conception d'éléments provisoires de longue durée. En effet, on peut les utiliser dans le cadre de couronnes provisoires dans les zones antérieures ainsi que pour les zones postérieures de la cavité buccale. Ils sont également indiqués dans le cadre de bridges provisoires d'une portée limite de 60 mm. Cependant, pour le port de ces couronnes ou bridges, la durée de port

maximale est de 12 mois. Les principaux avantages offerts par les restaurations réalisées au moyen du C-Temp sont d'une part, un grand confort au port grâce à une légèreté, d'autre part une faible solubilisation du matériau. Il représente une fabrication aisée d'éléments aux propriétés optimales (mécaniques, de surface, limites marginales, translucidité radiologique....) (Fig. 7).

Ces matériaux résines sont très importants dans les plans de traitements complexes qui demandent des temporisations cliniques à moyen ou plus long terme avant d'effectuer la restauration finale globale.

Il est intéressant de noter que le système LAVA® de CFAO dispose d'un périphérique de stéréo-lithographie très performant permettant de réaliser des maquettes de prothèse en cire pour des réalisations en résine ou en métal par des méthodes conventionnelles (prototypage rapide) (Fig. 8). ◆

Bibliographie

1. La révolution du cad/cam, les dossiers de Technologie dentaire, 07 et 08/2003
2. Innovation zircone et CFAO, concepts cliniques, Edition SNPMD, Paris, 2005
3. CFAO, Information Dentaire, numéro spécial, n°29, vol.89, 05/09/2007
4. La prothèse céramo-céramique par CFAO, Réussir, Quintessence International, 2009
5. La CFAO au cabinet dentaire, Réalités cliniques, vol.20, décembre 2009

