



Dr. BRUNO PELISSIER

MCU-PH
UFR d'Odontologie
de Montpellier



Dr. PATRICK REY

Attaché
UFR d'Odontologie
de Montpellier



Dr. ELISABETH DURET

Société Condor
(Ex Aabam)

LA CAMÉRA OPTIQUE CONDOR® :

outil clinique indispensable

PRÉSENTATION TECHNIQUE

L'équipe du professeur Duret a lancé avec sa fille puis développé dans leur société de recherche Aabam, le projet ADMS devenu depuis la caméra Condor. C'est une petite caméra de 23 cm de long et 2,5 cm de large et d'un poids d'une centaine de gramme (fig. 1). Elle se caractérise par deux caméras à son extrémité (fig. 2). Elle est donc très similaire à nos caméras vidéo 2D actuelles, à cette différence près qu'elle nous fournit une image 3D renfermant les mesures des objets qu'elle observe.



Fig. 1 : caméra optique Condor

Même si son objectif initial était de servir uniquement aux prises d'empreintes optiques, le fait de le faire sans poudre, donc en couleur, lui a permis d'être utilisée pour faire des diagnostics, tout en étant un outil de communication très performant par la qualité et le rendu réaliste des images obtenues. Cette deuxième fonction a poussé ses concepteurs à en faire un système totalement ouvert. La caméra Condor permet de réunir en un seul instrument le porte empreinte électronique et la caméra vidéo au milieu des instruments de l'unité. Elle n'est pas destinée à transformer le clinicien en prothésiste ni même le remplacer. C'est la raison pour laquelle son ouverture lui permet d'adresser des fichiers PLY et STL à tout système de CAO dans la mesure où ils sont eux-mêmes ouverts. Elle est comme le maillon initial dans la chaîne numérique complète cabinet-laboratoire.

“ La Condor-scan® permet d'obtenir de très belles images, même en zoomant, caractérisant de façon réelle les tissus dentaires, gingivaux et les lésions dentaires. ”

Il fallait donc avoir un système capable d'envoyer dans tout laboratoire équipé de CFAO, un fichier que le prothésiste était en mesure d'utiliser avec les appareils équipant son laboratoire mais aussi un fichier incorporable dans une chaîne de télé-médecine. C'est l'objectif ambitieux qu'a atteint ce petit scanner endobuccal.

La projection d'une trame sur les dents a été la première technologie utilisée en empreinte optique. De la déformation de grilles régulières et connues a priori, découlait la possibilité de connaître la géométrie de l'objet et ses mensurations. Véritable tableau de Vasarely dentaire, introduit pour la première fois dans les cabinets dentaires des années 80 par François Duret avec les sociétés Française Matra puis Hennson, cette technologie a fait de

Fig. 2 : les deux caméras du Condor

nombreux émules et aujourd'hui ce n'est pas moins de 20 scanners endobuccaux qui s'appuient sur ce concept. La nouvelle caméra Condor a tourné le dos à cette technologie éprouvée, d'abord parce qu'elle était chère, ensuite parce qu'elle obligeait souvent à poudrer les dents privant l'analyse de la vision en couleur et enfin parce qu'elle rendait les scanners complexes, peu évolutifs et fragiles.

Pour résoudre ces problèmes complexes et répondre aux objectifs fixés, la société Aabam a d'abord collaboré avec le spatial (le CNES) avant de développer des logiciels spécifiques au monde dentaire de plus en plus performants. **Ce n'est plus la grille projetée et sa déformation que l'on mesure mais l'objet lui-même, tel qu'il est vu dans ses micros détails.** La couleur devient alors son allié pour débusquer les détails nécessaires à sa reconnaissance. Les deux caméras, font le reste. La méthode stéréoscopique embarquée et dynamique par balayage permet le relevé des côtes et l'épuration des informations mais aussi s'appuie sur des calculs et des filtres complexes que Aabam a mis 8 ans à développer. Nous appliquons sous une forme dédiée et médicalisée les relevés topographiques mis en œuvre par les caméras embarquées dans les satellites, nouveauté et exclusivité dans le monde de la CFAO dentaire. (Fig. 2)

Condor appuie aussi ses logiciels, donc ses mesures, sur des techniques stéréoscopiques pures relevant ses informations dans le milieu buccal sans aucun autre artifice (pas de poudre). Pour ce qui est de la partie hardware, l'électronique et la miniaturisation de ses composants ont permis à Aabam de construire un scanner compact, précis et léger (qu'il a fallu alourdir artificiellement), très pratique en clinique.

L'ordinateur actuel est un portable MSI présentant de hautes performances de calcul grâce à son processeur Quad-Core Intel et un parfait confort visuel grâce à la puissance de sa carte graphique et la retransmission visuelle sur son grand écran 17.3" Full HD. Ce modèle dispose à la fois d'une vitesse et d'une capacité de stockage importantes. Un clavier personnalisable est proposé selon le pays de destination (AZERTY ou QWERTY).

Quant à la transmission des données, elle repose sur un langage standard totalement ouvert car il n'était pas question d'enfermer le clinicien dans un type de matériel ou de logiciel de conception. C'est un STL (et un PLY) standard qui peut être lu par tout logiciel de conception ou par toute unité de fabrication par addition ou par soustraction dans la mesure où celui-ci n'impose pas des spécificités pour forcer l'utilisateur à acheter des licences.

Actuellement, Condor-Scan est utilisé en pratique quotidienne dans des cabinets dentaires en France et à

l'étranger. Il fait l'objet d'étude dans les Universités comme à l'UFR d'Odontologie de Montpellier et son Centre de Soins et de Recherches du CHU.

APPROCHE CLINIQUE

Système ouvert, la caméra Condor, qui vient d'entrer sur le marché, est une solution simple et peu onéreuse. Rappelons qu'elle est pour le clinicien à la fois un instrument de visualisation et un scanner d'empreinte optique. Lorsqu'on voit la caméra Condor pour la première fois, on est très agréablement surpris par sa taille ; par rapport aux autres caméras sur le marché, cela est indéniable même si leurs nouvelles versions ont été modifiées dans ce sens. Sa partie caméra est vraiment petite grâce à une technologie de pointe. Sa taille et son poids sont donc deux atouts majeurs par rapport aux autres caméras quant à sa manipulation dans les secteurs postérieurs difficiles d'accès et dans les zones vestibulaires mais aussi pour des patients avec des ouvertures buccales restreintes. Des tests positifs réalisés sur des enfants montrent bien que la taille de la caméra Condor® est vraiment un atout (fig. 3 et 4).



Fig. 3 : utilisation clinique de la Condor en pédiatrie



Fig. 4 : screenshot clinique de la Condor en pédiatrie

Dans l'ordinateur, existe un IHM (interface de communication entre le dentiste et son ordinateur - fig. 7) très intuitif et convivial permettant d'enregistrer différents utilisateurs, nos patients et leurs caractéristiques ainsi que l'adresse où envoyer les scans (laboratoires pour les prothèses ou confrères pour le télé diagnostic). Une boîte de correspondance de type SMS permet de dialoguer à distance avec notre interlocuteur. Les scans sont stockés dans un cloud protégé (CNIL). Hormis les frais normaux de communication, tous ces services sont gratuits. Vous pouvez enregistrer la mandibule, le maxillaire et le mordue (que vous pouvez aussi ajuster ou corriger manuellement).

De très belles images ont été obtenues rapidement lors de nos premières manipulations, même en zoomant. Des détails très précis apparaissent avec une qualité exceptionnelle des tissus dentaires (transparence, translucidité, couleur et lésions carieuses), mais aussi des tissus gingivaux avec des couleurs très réalistes et des parties anatomiques bien visibles (gencives libre, attachée et veines). En plus de la prise d'empreinte optique, cette caméra sera donc bien une aide indéniable au diagnostic. (Fig. 5 et 6)

Pour la validation clinique, des tests de rapidité ont été effectués pour des empreintes totales d'arcade ; de très bons résultats ont été obtenus en 1 minute 30 en moyenne pour une arcade complète. La technologie est au point et le temps adapté à la pratique clinique quotidienne, nécessaire pour le confort du praticien et celui du patient.

Actuellement avec une nouvelle version, les tracés ont été réalisés facilement aussi bien sur les fichiers STL que les PLY. Il faut toujours s'assurer que la préparation soit de bonne qualité et très propre avec une limite bien visible sur tout son pourtour pour pouvoir obtenir un scannage de bonne qualité, donc un Mesh scanné correct. Il est évident que des limites non lisibles, de mauvaises discontinuités peuvent fausser le mode Auto, mais le mode Manu et Edition pourront compenser ces défauts ; de plus, on peut l'intégrer dans les images Mesh par un simple transfert manuel ce qui est utile pour le prothésiste. Sur une même prise d'empreinte, on peut tracer plusieurs lignes et les modifier selon les besoins (ligne active en bleu clair). Tracer la ligne de finition n'a jamais posé et ne pose aucun problème actuellement. (fig. 8). Il est à noter qu'une application particulièrement intéressante permet de passer par un simple clic de la modélisation STL à PLY et vice versa. Ceci est très utile pour ce genre de tracé mais aussi pour valider une empreinte (on peut librement reprendre les zones douteuses à tout moment).



Fig. 5 : prise d'empreinte avec la camera Condor



Fig. 6 : screenshot clinique de la Condor



Fig. 7 : screenshot de l'IHM d'une empreinte d'une arcade complète



Fig. 8 : vue d'écran des tracés de lignes de finition (en bleu celle pouvant être modifiée et en noir celle définie)

Parmi les nombreuses réalisations, nous avons retenu un exemple réalisé par notre confrère JL Berruet, spécialiste reconnu en CFAO. (fig. 9 à 14)

Il s'agit d'une préparation sous gingivale de I6 présentant une cavité linguale assez profonde et aux bords très vifs. (fig. 9 et 10). Les fichiers PLY obtenus de la préparation et de l'antagoniste (fig. 11) sont de bonne qualité. Sur chaque vue

couleur PLY, il est possible de contrôler cette qualité en temps réel et les détails sans les artifices de la couleur en passant sur le fichier STL (fig. 9 et 11). Les fichiers STL ainsi que les PLY obtenus en bouche et sous gingivaux sont de bonne qualité et très précis (fig. 12). Le mordu (fig. 13) a permis une mise en occlusion automatique. Nous avons pu faire réaliser et poser une couronne sans difficulté particulière et sans modèle analogique (laboratoire de prothèse Flagolet) (fig. 13 et 14)



Fig. 9 : PLY, STL et maillage de la préparation (JL Berruet)



Fig. 10 : préparation PLY vue linguale (JL Berruet)



Fig. 11 : PLY et STL avec maillage de l'antagoniste (JL Berruet)



Fig. 12 : PLY mordu (JL Berruet)



Fig. 13 : vue de la couronne (JL Berruet et laboratoire Flagolet)



Fig. 14 : occlusion (JL Berruet et Laboratoire Flagolet)

CONCLUSION

Aabam puis la société Condor ont développé la Condor-scan®, système ouvert se présentant comme une petite caméra très légère pouvant être à la fois un instrument de visualisation, de diagnostic et un scanner d'empreinte optique. Sa technologie mesure l'objet lui-même, tel qu'il est vu, et non la déformation de la grille projetée. De très belles images peuvent être obtenues, même en zoomant, caractérisant de façon réelle les tissus dentaires, gingivaux et les lésions dentaires. Les résultats cliniques sont de très bonne qualité avec une précision remarquable ainsi que les fichiers STL et PLY obtenus et transmis aux laboratoires ; les tracés des lignes de finition sont très faciles à réaliser ainsi que l'occlusion et son transfert de données aux laboratoires. La chaîne CFAO a été validée par de nombreux tests et cas cliniques. La caméra optique Condor est prête et entre sur le marché.

BIBLIOGRAPHIE

- Duret F. **Empreinte optique**. Thèse 2ème cycle n°231, 1973, Claude Bernard : Lyon.
- Duret F. www.francoisduret.com
- Stratégie prothétique : Empreintes optiques et perspectives d'avenir.** F. DURET, B. PELISSIER et M. FAGES n°4, vol.10, Septembre-Octobre 2010 : 239-247
- Stratégie Prothétique : De la stratégie prothétique à la stratégie numérique.** n°2, Vol.14, Mars-Avril 2014
- Information Dentaire : Osez la CFAO,** n°10, Vol.96-12 Mars 2014
- Information Dentaire : Spécial CFAO,** n°29, Vol. 96-3 Septembre 2014
- Clinic, Hors-série : Nouveaux regards sur la CFAO,** Octobre 2014
- Clinic : Apport clinique d'une nouvelle caméra optique : la Condor.** O. QUERBES, B. PELISSIER, V. QUERBES et F. DURET, Janvier 2015 n°36 : 15-20
- EMC : CFAO : Empreintes optiques.** F. DURET et B. PELISSIER, 2010 28-740-R-10: 1-16