

Les caméras intra-orales : choix et intégration au cabinet *Intra-oral digital scanner: selection and in-office integration*

G. Lecocq

Spécialiste qualifié en ODF, Pratique privée

RÉSUMÉ

L'acquisition d'un scanner intra-oral est une révolution dans un cabinet orthodontique car le flux numérique généré modifie l'organisation et redéfinit totalement les interactions avec nos patients, confrères et prothésistes. La technologie et le mode de fonctionnement sont essentiels à appréhender afin de faire le bon choix de matériel.

MOTS-CLÉS

Empreintes optiques intra-orales, orthodontie numérique, scanner intra-oral

ABSTRACT

Acquisition of an intra-oral scanner leads to an in-office revolution because the digital flow changes the organization and deeply modifies the relationship with the patients, the other practitioners and the laboratory technicians. Intra-oral scanners' technology and operating process have to be understood to make a convenient choice.

KEYWORDS

3D impressions, digital orthodontics, intra-oral digital scanner

La révolution numérique s'installe dans nos cabinets comme elle s'est installée dans notre quotidien avec Internet notamment. Elle s'accompagne d'une dématérialisation, processus complémentaire inéluctable qui va changer notre paradigme : organisation, habitudes, méthodologies et échanges professionnels. Ainsi, dans notre activité, la dématérialisation des empreintes grâce aux caméras intra-orales va redéfinir notre relation avec le laboratoire, faciliter les échanges avec les confrères et les patients. Ce monde connecté nous oblige à modifier notre pratique et à adapter nos protocoles.

TECHNOLOGIE DES CAMÉRAS INTRA-ORALES : QU'EST-CE QUE LA NUMÉRISATION DES ARCADES ?

Principes technologiques

Le principe de base est l'envoi par la caméra d'un rayonnement lumineux incident qui est réfléchi par la surface à scanner puis enregistré par le capteur CCD ou CMOS de la caméra qui convertira le signal lumineux en signal électrique. Le logiciel interne à la caméra encodera l'information en coordonnées 3D pour chaque point. Chaque prise de vue génère un très grand nombre de points dont la densité définit la résolution de l'image^{2,3}. Cependant, le logiciel interne élimine les points redondants pour uniformiser leur densité : il est donc inutile de scanner une zone trop longtemps pour espérer en améliorer la précision.

Les scanners intra-oraux surfaciques orthodontiques utilisent un des quatre principes de fonctionnement suivants :

- **la triangulation** : le rayon incident est réfléchi différemment selon la distance entre les surfaces qu'il atteint : il frappe donc une zone différente du capteur, ce qui est à l'origine de la genèse des coordonnées 3D (fig. 1). Ce procédé est utilisé par le système Cerec Bluecam[®] de Sirona¹ ;
- **la projection de franges de lumières (ou Accordion Fringe Interferometry, AFI)** : des bandes parallèles de trois largeurs variables de lumière sont projetées successivement sur la surface à scanner. Leurs

déformations sont enregistrées par une caméra HD et permettent de calculer les coordonnées 3D des points (fig. 2). Le scanner Lythos[®] d'Ormco utilise cette technologie⁵ ;

- **l'imagerie confocale parallèle (ou *parallel confocal imaging*)** : la lumière incidente est projetée à travers une petite ouverture appelée sténopé. Puis, le rayon réfléchi est renvoyé par un miroir vers le capteur lui-même pourvu d'un sténopé. Ainsi, seuls les points situés à la même distance focale sont enregistrés par le capteur : l'objet est donc coupé en milliers de tranches qui seront assemblées informatiquement (fig. 3). Les systèmes iTero[®] de Cadent et Trios[®] de 3Shape utilisent cette solution⁴ ;
- **la vidéo stéréophotogrammétrique ou vidéo 3D in-motion** : l'objet est éclairé par une source de lumière blanche ou laser, et un couple de caméras HD décalées enregistre l'image selon deux perspectives différentes. Ces deux perspectives seront rassemblées informatiquement pour créer une image 3D, comme le fait le cerveau avec la vision binoculaire (fig. 4). Les systèmes True Definition[®] de 3M¹ et Condor[®] utilisent ce procédé⁴.

La triangulation et la projection de franges de lumière présentent l'avantage d'être des technologies

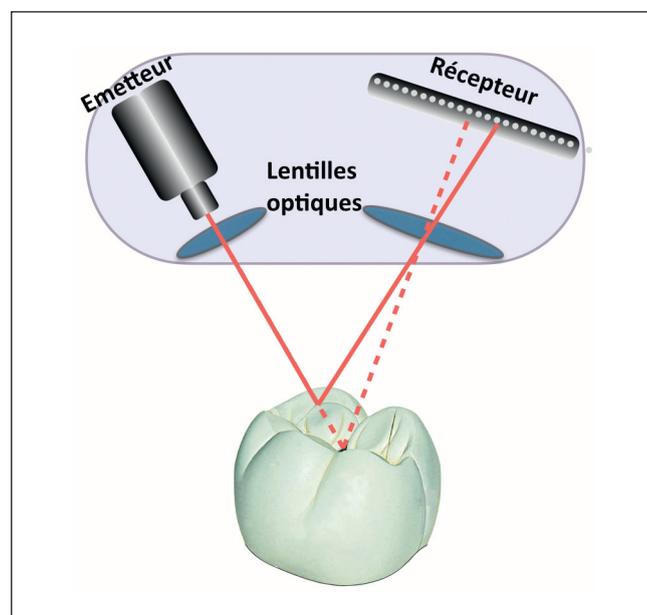


Figure 1 : Triangulation Laser.

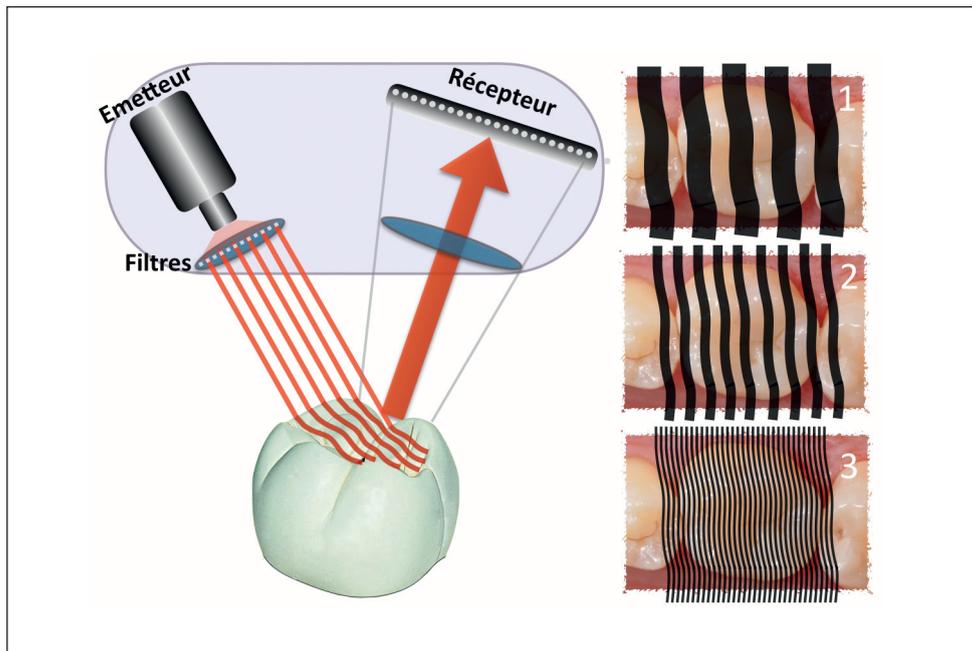


Figure 2 : Projection de franges de lumière – AFI.

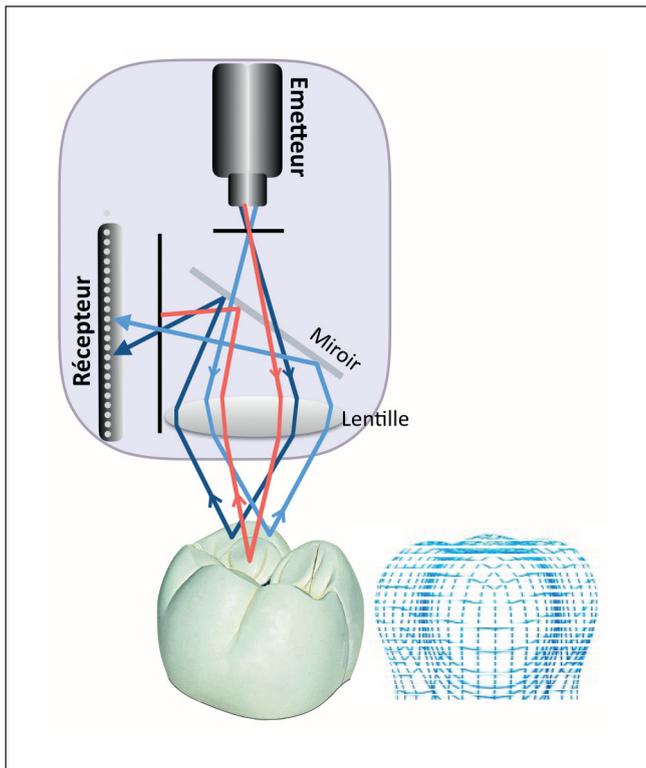


Figure 3 : Imagerie parallèle confocale.

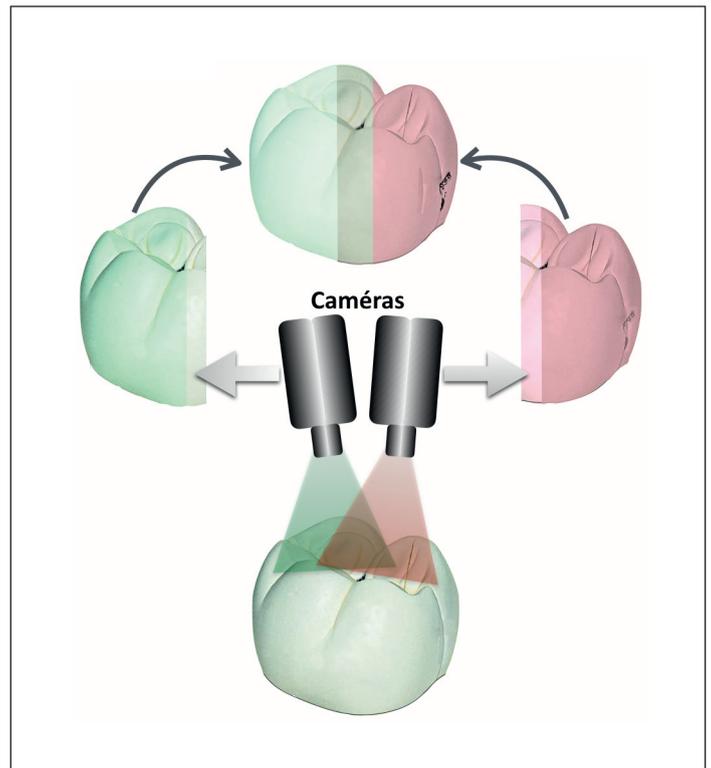


Figure 4 : Vidéo 3D in motion. Vidéo stéréophotogrammétrique.

utilisées depuis longtemps, au laboratoire surtout pour scanner les moulages en plâtre.

L'imagerie confocale parallèle a l'avantage de mesurer des angles prononcés jusqu'à 85° et des cavités ou reliefs profonds car les faisceaux incidents et réfléchis sont colinéaires et empruntent la même trajectoire linéaire.

Dans tous les cas, la réflectivité de la surface scannée (émail, céramique, métal, gencive) doit être suffisante pour permettre la réflexion du rayon incident. Si le retour du rayonnement est trop faible, aucune image ne sera enregistrée. Il est donc indispensable de tester les caméras sur les différents tissus et substrats, ou d'uniformiser leur réflectivité par un poudrage des surfaces à enregistrer, ce qui est imposé pour l'utilisation du True Definition de 3M.

Technique de prise d'empreinte

Il est conseillé de balayer l'intégralité des surfaces dentaires selon un parcours précis :

- à la mandibule : surfaces occlusales, puis surfaces linguales et finalement surfaces vestibulaires ;
- au maxillaire : surfaces occlusales, puis surfaces vestibulaires et finalement surfaces palatines et palais.

Après une interruption de l'acquisition, la caméra repère automatiquement la zone de reprise si les reliefs, donc les points remarquables, sont suffisamment nombreux : c'est pourquoi l'on commence par les surfaces occlusales, riches en reliefs.

La prise d'empreinte se termine par l'enregistrement de l'occlusion qui se fait préférentiellement bilatéralement afin d'accroître la précision de la reconstruction de l'occlusion.

DÉMATÉRIALISATION ET FLUX NUMÉRIQUE : POURQUOI DES EMPREINTES NUMÉRIQUES ?

L'ergonomie de travail va se trouver modifiée car les empreintes numériques vont créer un flux numérique d'information qui va transiter au sein du cabinet et

vers les laboratoires partenaires de manière totalement dématérialisée, interactive et rapide, jusqu'à la réception du produit final (fig. 5).

Moulages d'étude et préchirurgicaux

Ils deviennent des objets virtuels que l'on peut archiver facilement sur disque dur et transmettre d'un simple clic au confrère, à la sécurité sociale ou au patient ; la visualisation se faisant par un viewer d'image 3D.

Les moulages virtuels peuvent être mesurés, analysés, coupés virtuellement sans jamais perdre d'information grâce à des logiciels dédiés qui rendent la tâche moins fastidieuse.

Ils peuvent être imprimés soit au laboratoire, soit au cabinet sur des imprimantes 3D pour réaliser du collage indirect sur la malocclusion initiale ou obtenir des moulages préchirurgicaux.

Set-up virtuel

La numérisation des arcades dentaires ouvre la voie du set-up numérique qui suit les mêmes règles que la réalisation d'un set-up manuel. En revanche, il présente l'avantage de pouvoir être envoyé facilement et rapidement par courriel pour contrôle par le praticien autant de fois que nécessaire. Chaque modification, chaque set-up est conservé informatiquement contrairement au set-up manuel dont chaque modification détruit la situation antérieure.

Ainsi, le set-up numérique permet :

- de tester plus facilement différentes options de traitement en comparant chaque set-up ;
- de réaliser des appareillages multi-attaches linguaux par CFAO ;
- de réaliser un séquençage en sous-étapes de traitement depuis la malocclusion jusqu'au set-up : les mouvements dentaires sont divisés en étapes de traitement qui peuvent être imprimées puis thermoformées pour créer des aligneurs.

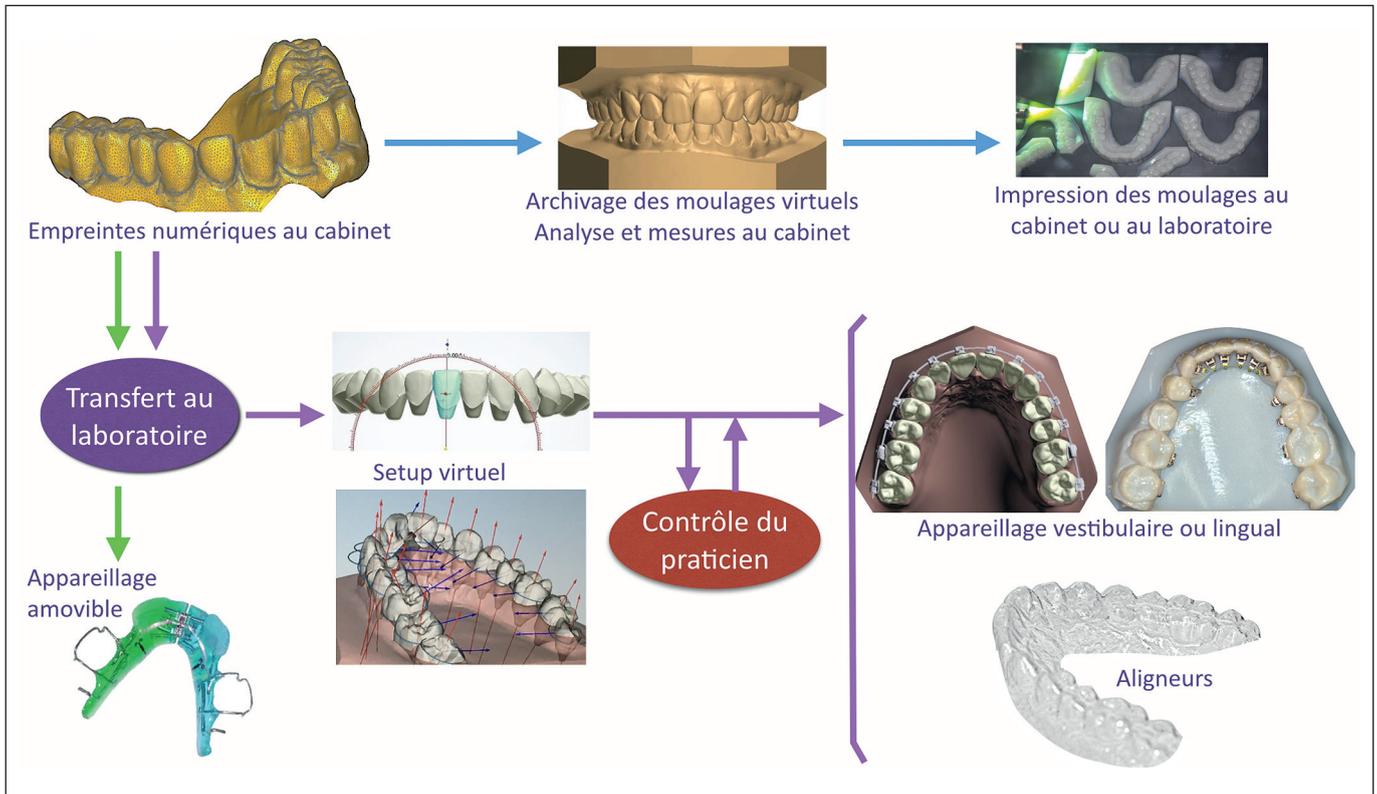


Figure 5 : Le flux numérique.

Appareillages amovibles et dispositifs soudés

Le laboratoire spécialisé va imprimer le moulage en résine ou en plastique et réaliser l'appareillage amovible soit directement sur le moulage imprimé, soit sur un duplicata en plâtre. En effet, la résine orthodontique peut adhérer fortement sur certains matériaux d'impression dont l'isolation est parfois difficile. Cependant, les empreintes numériques évitent les problèmes de ramassage des colis : ils sont envoyés en un clic au laboratoire.

Lors de la réalisation de dispositifs nécessitant des soudures, les matériaux d'impression ne sont pas toujours adéquats car ils supportent mal la chaleur. De même, si des bagues molaires sont nécessaires, il faut transmettre au laboratoire la taille des bagues validée en clinique, et le laboratoire utilisera des bagues équivalentes qu'il ajustera sur le modèle imprimé pour réaliser l'appareil.

INTÉGRATION D'UN SCANNER INTRA-ORAL AU CABINET : COMMENT ET À QUEL PRIX ?

Ergonomie de la machine

La machine peut se présenter sous forme de kart à roulettes ou sous forme compacte comme le Pod Trios® de 3Shape ou le Lythos® d'Ormco plus facilement transportable d'une salle à l'autre.

Un écran tactile permet de remplir la fiche du patient à scanner ainsi que le contrôle de l'acquisition de l'image puis le nettoyage de l'image et des zones erronées (lèvres, doigt, langue...).

La pièce à main doit avoir une préhension et un poids confortables lors de l'utilisation. Sa hauteur ne doit pas être trop importante pour ne pas limiter son insertion dans les zones postérieures. En revanche, sa largeur doit être suffisante pour permettre d'acquérir la plus grande surface possible à chaque image.

Évolution des modèles et maintenance

Comme pour toute nouvelle technologie, les versions et les modèles évoluent vite. Cependant, pour les caméras intra-orales, ce n'est pas tellement le principe technologique d'acquisition qui va faire évoluer la machine, mais c'est surtout le software, c'est-à-dire le logiciel interne à la caméra, qui est à l'origine de la reconstruction 3D. En effet, il est à l'origine de l'élimination des points redondants, de l'analyse et de la conservation des points pertinents qui définiront la résolution de l'image 3D. Il est également à l'origine de l'extrapolation des manques. Son amélioration par ses mises à jour va donc grandement contribuer à améliorer la qualité de l'image acquise.

Organisation du cabinet

L'empreinte numérique ne doit pas désorganiser l'agenda du cabinet : la durée des rendez-vous planifiés doit rester identique à celle d'une empreinte traditionnelle. Il faut distinguer la durée du rendez-vous qui sera planifiée dans l'agenda (accueil et installation du patient, explication et acte technique), du temps de prise d'empreinte affiché sur la machine (correspondant au cumul du temps d'activité de la caméra, sans les pauses), du temps de manipulation nécessaire à l'opérateur pour la réalisation de l'intégralité de l'acte technique, pauses incluses. Le temps clinique réel est donc très différent des performances affichées à l'écran et annoncées commercialement.

Archivage et stockage

Le stockage est un point crucial. S'il est intéressant pour une firme commerciale de vendre des caméras intra-orales, son intérêt n'est pas limité à l'acte de vente du scanner mais peut s'étendre au contrôle du flux numérique généré par la machine. En effet, c'est ce flux qui est à l'origine de la production des appareils et de leur vente. Aussi, il apparaît indispensable d'être propriétaire des fichiers et de pouvoir en disposer comme on le souhaite, indépendamment du fournisseur de la caméra et des produits dérivés qu'il propose.

Pour cela, il est essentiel que les fichiers soient encodés dans un format libre, de type .stl, c'est-à-dire qu'ils peuvent être lus par tous les logiciels 3D, et non pas encodés uniquement dans un format propriétaire lisible spécifiquement par les logiciels développés par le fournisseur de la caméra.

Également, le stockage des fichiers peut se faire dans un espace internet dédié de type cloud mis à disposition par le fournisseur de la caméra. Il est toutefois souhaitable d'avoir également au cabinet un disque dur contenant les fichiers. En effet, en cas de changement de caméra et de fournisseur, les fichiers stockés sur le cloud seront-ils toujours accessibles ?

CONCLUSION

Le monde digital pénètre nos cabinets : en cela, les empreintes numériques sont une révolution car les fichiers créés contiennent une information facile et rapide à manipuler permettant d'accélérer le processus de diagnostic, de création d'appareils..., au profit de celui qui sera propriétaire et saura exploiter le fichier. Aussi, le choix de la caméra intra-orale doit se faire selon l'exploitation que le praticien souhaite faire de l'information, l'organisation du flux numérique qu'il souhaite mettre en place au cabinet et cela sans ignorer le mode de fonctionnement de la caméra.

Conflit d'intérêt

L'auteur déclare n'avoir aucun conflit d'intérêt.

BIBLIOGRAPHIE

1. Kravitz ND, Groth C, Jones PE, Graham JW. Intraoral Digital Scanners. *J Clin Orthod* 2014;6:337-347.
2. Rolland N. Empreinte optique intra-orale sur implant pour la réalisation d'un pilier implantaire personnalisé. Thèse Doct Chir Dentaire, Univ. Toulouse III, 2014.
3. <http://www.cnifpd.fr>. Le guide de la CFAO dentaire
4. <http://www.condorscan.com/faq>
5. <http://www.ormco.com/products/lythos/features.php>