

# Apport du numérique en orthodontie

O. Breton, P. Leclercq

**Résumé :** L'arrivée du numérique a bouleversé la pratique de l'orthodontie en faisant évoluer chaque secteur d'activité. Cet article retrace succinctement ces évolutions au travers du parcours du patient. Le numérique permet aujourd'hui une fluidification du flux de soin depuis la gestion des données du patient jusqu'à un diagnostic plus précis débouchant sur des traitements individualisés dans leurs choix et dans leurs méthodes. Le numérique a également permis d'augmenter la fiabilité et la reproductibilité des traitements. Il a permis l'avènement de nouvelles méthodes de traitement comme les gouttières d'alignement. Toutefois, la numérisation des cabinets peut susciter des doutes face au coût qu'elle représente. De plus cette numérisation a créé une dépendance des cabinets face à l'outil informatique, les rendant vulnérables face aux pannes ou aux cyberattaques.

© 2020 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

**Mots-clés :** Orthodontie et numérique ; Numérisation ; Cabinets ; Collage indirect ; Gouttières

## Plan

■ Introduction	1
■ Recherche d'un cabinet et prise de rendez-vous	1
■ Première consultation et bilan	1
Création du dossier patient	1
Rendez-vous au fauteuil	2
■ Étude du cas	3
Planification esthétique	3
Planification orthodontique	3
■ Création de l'appareil	4
Collage indirect assisté par ordinateur	4
Avènement des traitements par aligneurs	4
Ère du « home made » (fait-maison)	5
■ Pose de l'appareil et suivi du patient	6
Pose de l'appareil : rendez-vous clé pour la communication	6
Suivi du traitement	6
■ Échanges avec les correspondants	7
■ Limites	7
Surcoût financier pour les cabinets	7
Protection des données des patients	7
Déshumanisation du soin	7
■ Conclusion	7

## ■ Introduction

Le XXI<sup>e</sup> siècle a apporté avec lui un nombre conséquent d'innovations qui ont modifié notre pratique orthodontique. Le numérique, sous tous ses aspects, a permis aux orthodontistes de perfectionner leur diagnostic et leurs traitements en se dirigeant vers des solutions sur mesure de plus en plus performantes. Nous allons dans cet article retracer l'apport du numérique dans les cabinets d'orthodontie, au travers du parcours de soin du « patient 2.0 », né à l'air du tout-numérique.

## ■ Recherche d'un cabinet et prise de rendez-vous

La première étape pour le patient 2.0 est la recherche d'un cabinet d'orthodontie. Le numérique, au travers de l'internet a permis aux orthodontistes d'obtenir une visibilité plus importante que précédemment, notamment par le référencement (Google<sup>TM</sup>, site internet, Doctolib<sup>TM</sup>, etc.). Le patient va pouvoir, par ces outils, choisir son orthodontiste en fonction des informations qu'il trouve sur ce dernier. Le site internet est ici une aide pour l'orthodontiste ; il donne une direction au patient et l'oriente sur la pratique du cabinet (technique utilisée, situation géographique, horaires d'ouverture, ambiance générale du cabinet).

Toutefois, internet présente une multitude d'effets pervers. Certains sites proposent des notations sur les praticiens, du point de vue du patient, et permettent de laisser des commentaires pour témoigner de leur expérience de soin comme sur Google<sup>TM</sup>, les Pages Jaunes<sup>TM</sup>, Doctolib<sup>TM</sup> et autres sites de référencement. Ces pratiques desservent la profession en l'incluant, au même titre qu'un magasin, dans un marché de consommation où seuls la parole et le jugement du patient font foi, reléguant le critère de jugement essentiel, c'est-à-dire la réelle qualité du soin, au second plan derrière le ressenti du patient.

## ■ Première consultation et bilan

### Création du dossier patient

Une fois la porte du cabinet passée, le « patient 2.0 » va tout d'abord créer son dossier patient. Le numérique, au travers de l'informatique, a révolutionné l'activité du secrétariat en dématérialisant la fiche patient, libérant ainsi les cabinets des dossiers papiers.

Ces fiches patient numérisées ont permis d'optimiser le secrétariat sur différents aspects :

- suppression des dossiers papiers (rangement, organisation, perte de dossiers, etc.) ;

## “ Point fort

- Apparition d'un système de recherche plus large : internet
- Création d'une vitrine pour les praticiens au travers du site internet
- Effet négatif collatéral : la notation par les patients sur des critères autres que la qualité du soin

- accès direct et simple au dossier patient (en un clic), et la signature électronique ;
- désengorgement du secrétariat et de la salle d'attente avec la possibilité d'envoi des questionnaires médicaux par mail ; à noter que ces messageries doivent impérativement présenter un code d'accès spécifique permettant de respecter le Règlement général de la protection des données (RGPD) ;
- apparition de recherches systématiques sur les journées/semaines en cours sur des sujets comptables, ou cliniques :
  - exemple comptable : rechercher tous les patients présentant un problème (de paiement, de mutuelle, etc.) pour anticiper leur venue et leur rappeler les documents à ne pas oublier,
  - exemple clinique : rechercher tous les patients n'ayant pas eu de radiographie de contrôle depuis plus de 6 mois, etc. ;
- apparition d'alertes pour les éléments importants du dossier (allergies, situations familiales complexes, etc.) limitant les oublis ;
- apparition de statistiques financières et cliniques, permettant de donner au cabinet des axes de progression et une vision à moyen et long terme de son évolution ;
- facilitation de la comptabilité et de la télétransmission avec la tenue de livre de compte automatique et la télétransmission dématérialisée.

## Rendez-vous au fauteuil

Là encore le numérique a modifié la méthode d'examen de nos patients.

Après une rapide lecture du questionnaire médical, préalablement rempli en ligne et envoyé par mail, le praticien va se pencher sur l'examen du patient. Pour cela il va s'aider d'un grand nombre d'outils numériques en perpétuelle évolution, qui sont les suivants.

### Appareil photographique numérique (Fig. 1)

La photographie a depuis tout temps été un élément central du diagnostic orthodontique. Elle permet au praticien l'analyse du cas a posteriori, après la consultation. Elle constitue, avec les analyses radiographiques et celles des moulages, la base diagnostique en orthodontie.

Récemment, l'évolution technologique des appareils photographiques a grandement facilité leur utilisation, ainsi que la qualité des clichés. La photographie dite « numérique » a permis un stockage plus aisé des données, et en plus grand nombre.

De plus, la création de scripts (séquence préétablie de photographies) a permis de réduire le temps de traitement des photographies, et d'y accoler des « tags » ou « marqueurs » pour permettre un classement simple et efficace et ainsi constituer une banque de données de photographies fournie et organisée. Au-delà, la visualisation directe de la photographie via une application, ou directement sur le boîtier de l'appareil, a permis d'améliorer significativement la qualité des photographies (suppression des flous, correction des axes, etc.). Enfin, l'émergence de logiciels de retouches photographiques, simples et rapides, a ouvert les portes d'un monde où la photographie allie simplicité, rapidité, qualité et reproductibilité.

La photographie [1], associée à l'émergence des réseaux sociaux, est devenue un véritable vecteur de communication, à la fois au sein de la communauté de dentistes/orthodontistes, mais également avec le grand public.



Figure 1. Appareil photographique numérique équipé de flashes r1c1.

Avec la présentation des photographies numériques sur grand écran, le praticien, au-delà de l'étonnement, va être en mesure de transmettre avec plus de précision et d'efficacité son message, et faire prendre conscience au patient des enjeux de son traitement.

Pour ce faire, de nombreuses techniques de photographies, très codifiées, ont été développées ; l'une des plus utilisées, le DSD® (Dental Smile Design®) est un outil d'analyse et de prévisualisation, indispensable dans les cas complexes, mêlant orthodontie et reconstructions prothétiques [2].

## “ Point fort

- Les photographies numériques permettent une analyse du cas sans nécessiter la présence du patient
- L'apparition de « scripts » et de « tags » permet d'enregistrer et de classer facilement les photographies
- La photographie numérique s'intègre à des logiciels diagnostiques (type DSD®)
- La photographie, au travers des réseaux sociaux, est un outil de communication indispensable

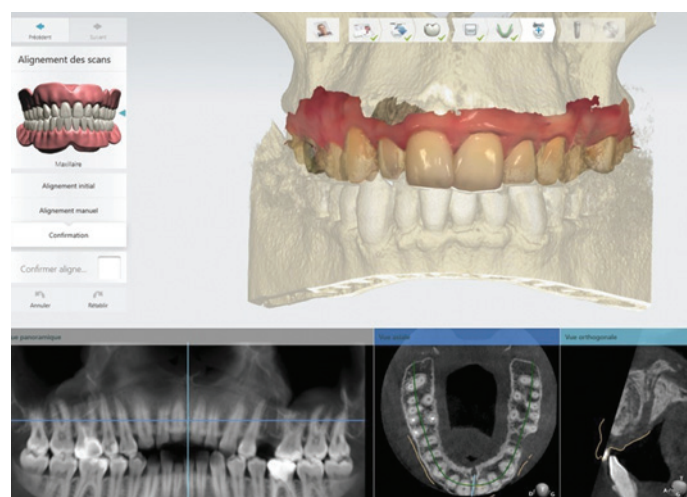
## Radiographie

La radiographie numérique [3] a également révolutionné la pratique orthodontique. Elle a permis de supprimer la chaîne de développement argentique des cabinets tout en facilitant le stockage et l'exploitation des clichés.

Au-delà, l'évolution des techniques de radiographie a permis d'aller plus loin, en rajoutant une dimension à nos analyses. L'arrivée sur le marché de l'imagerie 3D, couplée au développement de technique dite *low dose*, a révolutionné l'approche de

## “ Point fort

- Le numérique a permis le développement de la radiographie tridimensionnelle
- L'évolution des techniques a permis une réduction des doses d'irradiation
- La radiographie tridimensionnelle s'intègre à des logiciels pour permettre des traitements sur mesure



**Figure 2.** Association d'une radiographie tridimensionnelle à un scan intraoral.

l'orthodontie et a permis des analyses plus précises et plus poussées de nos traitements.

La première utilisation de cet outil a été la visualisation, simple, rapide et directement au cabinet d'orthodontie, des éléments dentaires : position d'une canine incluse ou évolution de sa traction, mise en évidence d'odontomes, mise en évidence de résorption radiculaire (canines incluses au contact d'incisive latérale), etc.

Couplées à l'intelligence artificielle (algorithmes), ces nouvelles techniques d'étude ont ouvert la porte à des traitements sur mesure, individualisés en fonction du stade de croissance, de la typologie et du volume osseux de chaque patient, en prenant en compte les détails anatomiques de chacun (racines, dents incluses, épaisseur des corticales, etc.).

### Empreinte numérique

L'arrivée récente des empreintes numériques a elle aussi révolutionné les cabinets d'orthodontie. Initialement développée pour le travail de conception et fabrication assistées par ordinateur (CFAO) sur dent unitaire, couplé à des usineuses, l'utilisation de l'empreinte numérique a rapidement permis la réalisation des empreintes arcades complètes, maintenant aussi rapide que celle des empreintes à l'alginate. Au-delà, l'empreinte numérique a apporté un confort pour le patient, souvent anxieux de cette étape de traitement. Enfin, l'empreinte numérique a permis un gain de précision et une stabilité de l'empreinte, qui ne vieillit pas et dont le stockage sur le long terme est simple et économique.

Bien qu'onéreuse, l'association des scans intraoraux aux imprimantes 3D et à des logiciels d'analyses (ClinCheck®, Orthoanalyzer® Indirect Bonding®, etc.) a permis de chasser le plâtre des cabinets (Fig. 2).

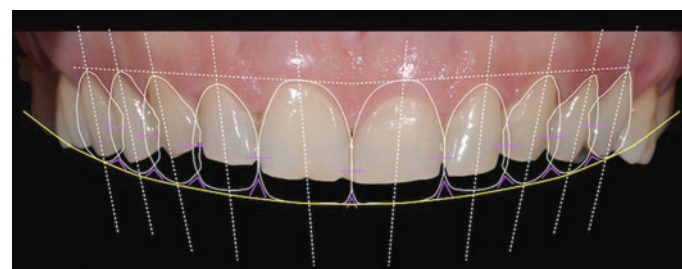
En outre, ces nouvelles méthodes, beaucoup plus confortables pour les patients, ont permis d'améliorer la communication du praticien grâce à une modélisation instantanée des arcades dentaires du patient. Le patient peut ainsi naviguer lui-même sur l'écran tactile, et se rendre compte plus facilement des enjeux de son traitement.

## ■ Étude du cas <sup>[4]</sup>

La dématérialisation de tous les éléments d'analyse (photographies, radiographies et empreintes) permet aujourd'hui la reconstitution d'un réel patient virtuel.

À ce stade, c'est le traitement informatique des « datas patient » qui vont permettre à l'orthodontiste d'établir un plan de traitement idéal et individualisé. Pour ce faire, de nombreux logiciels ont été développés pour traiter au mieux ces données.

Nous nous attardons sur les deux types de logiciels les plus utilisés, l'un pour l'analyse esthétique du cas, l'autre pour l'analyse orthodontique et la préparation des étapes de traitement.



**Figure 3.** Dental Smile Design®.

### Planification esthétique

L'appareil photographique numérique permet, à partir de prises de vues en deux dimensions, de dessiner, selon des repères esthétiques exobuccaux (ligne bipupillaire, plan sagittal médian, contour interne des lèvres, forme du visage, etc.), des dents selon des dimensions et des formes adaptées au patient.

Le système DSD® est un des outils de planification esthétique les plus connus, le VEP® (Virtual Esthetic Project) en est un autre parmi le panel à notre disposition. Chaque outil de planification propose un protocole différent, permettant d'arriver à un dessin idéal des dents en deux dimensions directement sur les photographies.

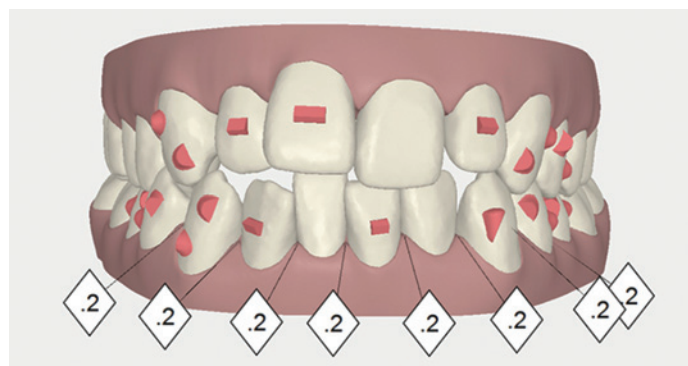
L'intérêt pour le praticien est de connaître à partir de la forme et de la dimension souhaitées de chaque dent les traitements nécessaires (élongation coronaire, greffe, facette, couronne). Pour le patient il est possible de visualiser, soit sur un écran en 2D, soit après une étape de *mock-up* en 3D directement en bouche. Si le dessin est validé par le praticien et le patient, la réalisation prothétique s'appuie sur celui-ci. L'intérêt de ces logiciels est donc à la fois d'aider au plan de traitement mais aussi de motiver le patient à aller au bout de soins souvent complexes et onéreux. On comprend donc l'aspect indispensable de ces outils dans les travaux à visée esthétique (Fig. 3).

### Planification orthodontique

La planification orthodontique consiste en la visualisation, avant traitement, des mouvements dentaires qui vont devoir être réalisés pour solutionner le cas. L'arrivée du scanner intraoral (modélisation 3D des arcades) et le perfectionnement de l'intelligence artificielle (au travers des logiciels de découpe et d'analyse dentaires) ont permis de pousser très loin ces analyses afin de rendre nos traitements le plus prédictibles possible. Ainsi, en quelques clics, le « praticien 2.0 » est en mesure d'obtenir un grand nombre d'informations sur le cas :

- les informations métriques du cas : dysharmonie dentodentaire antérieure, postérieure, distances intercanines, distances intermolaires, etc. ;
- une analyse statique de l'occlusion : points de contact avec gradient d'intensité, interférences, guide antérieur, etc. ;
- une analyse dynamique du cas : grâce aux dernières technologies d'enregistrement (type Mojaw®), le « praticien 2.0 » est en mesure d'enregistrer le cadre fonctionnel du patient pour évaluer l'enveloppe fonctionnelle de la mastication et des mouvements mandibulaires ;
- une analyse de l'interférence entre occlusion et appareil : les logiciels sont aujourd'hui en mesure de placer les attaches (vestibulaires ou linguales) dans la position idéale, en s'aidant de points de références préalablement positionnés manuellement. Une fois les attaches positionnées et modélisées, le logiciel est en mesure d'analyser les contacts entre l'occlusion et les attaches nouvellement positionnées. Ainsi, le praticien 2.0 est en mesure d'apprécier les éventuelles interférences, et ainsi de modifier ou non ses hauteurs de collage, ou opter pour l'ajout de cales de désocclusion.

Ainsi le numérique permet aujourd'hui au « praticien 2.0 » d'appréhender les problèmes de chaque cas en amont, pour assurer une qualité et une reproductibilité de ses traitements à chacun de ses patients (Fig. 4) <sup>[5]</sup>.



**Figure 4.** Visualisation des déplacements dentaires et des réductions interproximales sur le logiciel Clean Check®.

## “ Point fort

- La standardisation des photographies a permis l'arrivée de logiciels de simulation esthétique
- La numérisation des empreintes et la superposition des différentes analyses (empreintes, radiographies, photographies) ont permis l'analyse plus précise et plus complète de la malocclusion
- La simulation numérique permet de prévoir en amont les écueils du traitement augmentant ainsi la qualité des soins

## ■ Création de l'appareil

L'évolution du système d'empreintes numérique, en association avec l'évolution des logiciels de traitements des modèles 3D, a permis l'arrivée de nouvelles techniques de traitements et de conceptions de nos appareils. De plus, l'évolution des chaînes de production, et notamment de la précision des imprimantes 3D résine, a permis à ces procédés de création de s'intégrer aux cabinets d'orthodontie.

### Collage indirect assisté par ordinateur <sup>[6]</sup>

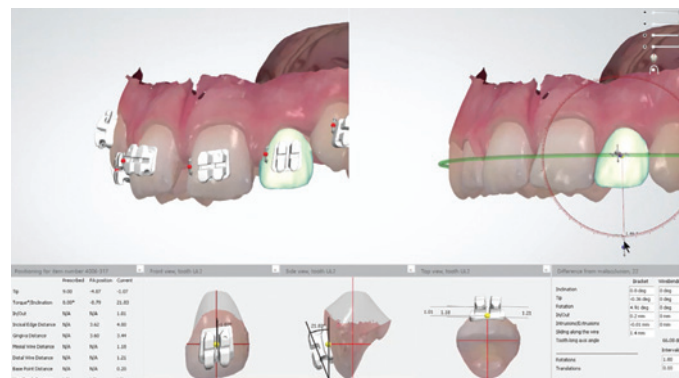
#### Placement des attaches sur le modèle de malocclusion <sup>[7]</sup>

L'arrivée sur le marché de logiciels performants dans le traitement des scans intraoraux 3D a permis le développement de nouvelles techniques de conception des appareils.

Jusqu'alors collées « en technique directe » (une à une, en contrôlant les axes visuellement à l'aide d'un miroir), les attaches peuvent aujourd'hui être placées informatiquement, sur le modèle 3D <sup>[8]</sup>. La technique consiste à pointer, sur chaque dent, des points de référence afin de permettre au logiciel d'associer du code à une réalité physique. Il est nécessaire de donner l'axe de chaque dent, car les logiciels sont encore incapables de le faire correctement ; pour ce faire, l'importation d'un scan 3D (type *cone beam*) peut être réalisée. Synchronisé sur le modèle 3D de malocclusion, il intègre ainsi les racines de chaque dent et facilite le tracé des axes dentaires.

Une fois les points référencés, le logiciel est alors capable de placer la gorge de chaque attache à la hauteur choisie par le praticien, en respectant l'axe dentaire et le milieu de la dent.

Une fois le travail de placement des attaches réalisé, le choix d'une forme d'arcade (modulable) permet de simuler informatiquement l'alignement des gorges des attaches sur cette dernière, afin de visualiser l'alignement dentaire qui sera obtenu. À cette étape, une dernière phase de retouche est possible pour permettre



**Figure 5.** Set-up numérique et placement des attaches sur le logiciel Indirect Bonding Studio®.

de parfaire le résultat en y ajoutant des compensations plus importantes ou ses préférences personnelles.

À la suite de ces étapes, le modèle est prêt et il ne reste plus qu'à transposer ce travail en bouche (Fig. 5).

### Techniques de transfert

Une fois les attaches placées sur le modèle 3D numérique, il est nécessaire de trouver une solution pour transférer le placement des attaches du modèle numérique en bouche. De nombreuses techniques ont donc été développées, chacune présentant des avantages et des inconvénients.

Toutefois, on peut diviser ces techniques en deux grandes catégories :

- l'impression 3D des modèles, attaches en place : l'idée est d'imprimer de manière très précise le modèle de malocclusion avec les attaches. Le praticien réalise ensuite une coque/gouttière de transfert sur le modèle, dans lequel il viendra repositionner ses attaches ;
- l'impression d'un dispositif de transfert : l'idée est ici d'imprimer un transfert, appuyé sur les faces occlusales et/ou linguales des dents. La différence majeure de ces transferts est qu'il n'y a pas d'impression de modèles de malocclusion et donc pas de travail de laboratoire à réaliser en plus du travail informatique pour la conception d'une gouttière de transfert. Les transferts peuvent prendre différentes formes en fonction du laboratoire et du logiciel, allant de *jigs* de transfert unitaires (comme dans la technique Insignia™ de ORMCO®), à l'impression de gouttières complètes pour un collage en une fois, ou encore de gouttières ajourées présentant une fenêtre de la taille de l'attache sur chaque dent (Fig. 6A, B).

Chaque laboratoire a ainsi tenté de se démarquer en proposant des solutions toujours plus innovantes. On note aujourd'hui trois points importants, que chaque dispositif tente d'optimiser, sans jamais atteindre la perfection dans les trois domaines à la fois que sont :

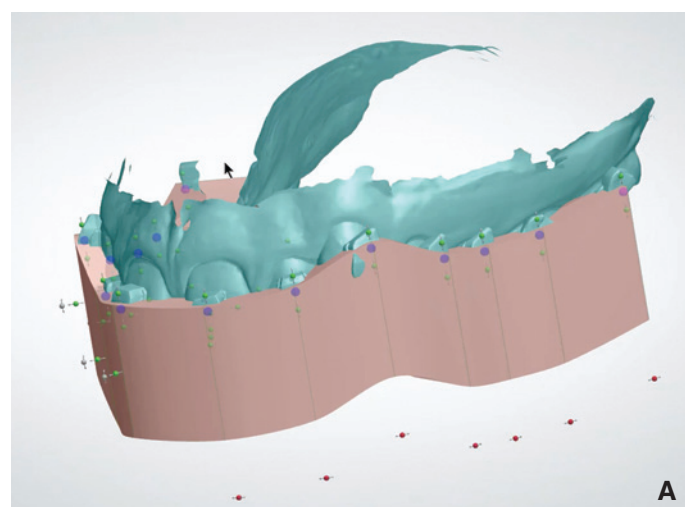
- la stabilité du dispositif de transfert : il est obtenu par un appui dentaire étendu (avantage des gouttières par rapport aux *jigs*) ;
- la facilité à supprimer les excès de colle avant polymérisation (avantage des *jigs* par rapport aux gouttières) ;
- la réduction du temps au fauteuil (point fort des gouttières qui permettent de coller toutes les attaches en un temps).

Ainsi ces dispositifs, toujours plus performants et innovants, ne cessent de se modifier pour s'adapter aux désirs du praticien 2.0 qui, avec son temps, fait évoluer sa pratique.

### Avènement des traitements par aligneurs

L'arrivée du numérique a permis à l'orthodontie de s'ouvrir à de nouvelles techniques.

Les gouttières thermoformées étaient initialement utilisées pour de petits déplacements, comme des récidives légères d'encombrement mandibulaire, n'excédant pas 1 à 2 mm, et réalisées sur des *set-up* en plâtre.



**Figure 6.** Modélisation d'une gouttière de transfert qui sera directement imprimée grâce à une imprimante résine (A, B).



**Figure 7.** Aligner transparent.

Aujourd'hui, l'augmentation de la puissance de calcul des ordinateurs et du numérique a permis de grandes avancées, permettant aux gouttières de se placer sur le devant de la scène, comme un outil incontournable de notre pratique (Fig. 7).

### Partie informatique

Les gouttières sont réalisées à partir d'un set-up numérique. Le praticien commence par segmenter ses dents sur son modèle de malocclusion numérique, puis réalise son set-up numérique. L'ordinateur alors calcule de lui-même, grâce aux informations préenregistrées sur les capacités de déplacement d'une dent avec une gouttière, le nombre de gouttières nécessaire pour évoluer de la situation initiale à la situation finale. Il est important de noter que, comme toujours en orthodontie, c'est le mouvement le plus lent/long qui conditionne la durée totale du traitement. Ceci est d'autant plus vrai avec les gouttières transparentes, avec lesquelles tous les mouvements, dans les trois sens de l'espace, sont réalisés de manière concomitante pour chaque dent. Chaque gouttière induit une pression sur chacune des dents en malposition, afin de les déplacer de manière optimale et maximale vers leur position finale.

### Partie réservée au laboratoire

Le praticien doit ensuite imprimer chacun des modèles correspondant à chacun des micromouvements nécessaires à l'obtention du résultat. Sur chacun des modèles est ensuite ther-

moformée une plaque, d'épaisseur et de nature variables, en fonction des déplacements voulus et de la philosophie de chaque praticien. S'ensuit un travail de détourage, nettoyage, et conditionnement des gouttières pour qu'elles soient prêtes à être remises au patient.

### Ère du « home made » (fait-maison)

L'avènement du numérique s'est tout d'abord introduit dans les laboratoires. Les machines, coûteuses, et en perpétuelle évolution, n'avaient pas leur place dans les cabinets dentaires.

Depuis quelques années, l'arrivée sur le marché de logiciels « ouverts », permettant une liberté totale des praticiens, ainsi que la diminution des coûts des imprimantes 3D ont permis l'essor d'un nouveau style de production : le *home made* (fait-maison).

Les intérêts sont multiples :

- réduction des coûts ;
- maîtrise de la chaîne de production ;
- capitalisation sur le matériel ;
- création d'emploi ;
- facilité et rapidité d'adaptation en cas de problèmes ;
- plus de gestion d'envoi/réception des appareils.

Ainsi, avec les années, les cabinets tout-numériques proposant des traitements *home made* ont fleuri aux quatre coins de la France. Cette dynamique pousse aujourd'hui encore plus vite et plus loin les utilisations du numérique au service de l'orthodontie au travers d'innovations toujours plus surprenantes.

### “ Point fort

- La numérisation du patient rend l'analyse et la conception du traitement plus longues mais permet de réduire le temps au fauteuil et de niveler par le haut la qualité des soins
- La numérisation a permis la démocratisation de nouveaux moyens de traitements comme les aligneurs (gouttières)
- Les chaînes de production tendent à se simplifier et se réduire pour s'intégrer aux cabinets d'orthodontie

## ■ Pose de l'appareil et suivi du patient

Après avoir reçu un SMS ou un e-mail pour lui rappeler son rendez-vous, et rassuré par la visualisation de son set-up numérique, le « patient 2.0 », sur le fauteuil, est prêt à être appareillé.

### Pose de l'appareil : rendez-vous clé pour la communication

Le rendez-vous de pose de l'appareillage est une étape clé du traitement. C'est le premier réel contact entre le patient et son appareil.

À ce stade, il est essentiel, pour le bon suivi du traitement, que le patient 2.0 prenne conscience de deux notions.

### Technologie de pointe de son appareillage

En effet, les appareillages orthodontiques sont aujourd'hui de véritables prouesses technologiques. Issus de nombreuses heures de réflexion pour le praticien (analyse du cas) et de conception (set-up numérique et conception des gouttières de transfert), ces appareillages doivent être pour le patient et les parents, aussi importants que ce qu'ils représentent pour le praticien ; il en va de la coopération du patient et des parents dans l'entretien de l'appareil, et de leur respect de toutes les règles alimentaires et d'hygiène que ce dernier va imposer.

Ainsi, l'évolution du numérique a ici encore permis de faciliter cette compréhension au travers notamment de l'arrivée de la vidéo :

- les vidéos explicatives, pour permettre aux enfants comme aux adultes de comprendre la complexité et la précision de conception de leurs appareils ;
- la vidéo au fauteuil (scialytiques vidéo) permettant de montrer de manière simple et efficace toute l'étendue de la complexité de la pose et du fonctionnement de l'appareillage orthodontique.

L'avènement de cette communication, à visée didactique, a permis de redorer l'image de l'orthodontie auprès des patients et donner ainsi une image positive à nos traitements.

### Importance des règles de suivi, d'entretien et d'hygiène

Là encore, c'est la vidéo qui a permis une évolution de la pratique quotidienne. Ce nouveau vecteur de communication permet de transmettre une information plus claire et plus visuelle, et qui de ce fait restera de manière plus durable dans la mémoire des patients. Les tutoriels vidéos, sur le brossage, l'entretien et l'alimentation permettent une meilleure compréhension des enjeux que représente le port d'un appareillage orthodontique sur la santé buccodentaire.

En outre, cette communication numérisée permet une fluidification du flux de travail au sein du cabinet. Elle apporte une uniformisation du discours, au sein de l'équipe, et une reproductibilité de la transmission de l'information, limitant ainsi « l'erreur humaine ». Elle permet également une optimisation du temps de travail, en calibrant les temps d'explications après la pose de l'appareillage dentaire. Enfin, cette communication numérique est souvent plus performante, car accessible en permanence sur le site internet du cabinet. Le patient, souvent stressé le jour de son rendez-vous, et peu enclin à retenir un nombre important d'informations, pourra à sa guise voir et revoir les explications indispensables au bon déroulement de son traitement.

### Suivi du traitement

Une fois son appareil posé, le « patient 2.0 » va être suivi tout au long de son traitement.

Encore une fois, le numérique a révolutionné l'approche de ce suivi notamment grâce à l'arrivée sur le marché de technologies de scan « à domicile ».



Figure 8. Patiente utilisant une smartbox.

L'application la plus connue et la plus utilisée est actuellement Dental Monitoring™, qui propose au travers de son nouvel outil, la scanbox, un suivi alliant intelligence artificielle et contrôle humain.

### « Smartphone » et « smartbox »

L'avènement des smartphones et leur utilisation de plus en plus précoce par les enfants ont ouvert la porte à de nouveaux types de suivi. Dotés de caméra et d'appareils photographiques ultra-performants à l'usage simple, les smartphones ont été la pierre angulaire du développement de ces nouvelles technologies. En effet, fixés à une smartbox (écarteur labial, associé à un support pour smartphone) et à une application dédiée, les smartphones ont permis des prises de photographies standardisées, exploitables par l'intelligence artificielle. En association avec un contrôle humain, ce nouveau type de matériel a révolutionné le suivi du patient (Fig. 8).

### Dental Monitoring™ [1]

Cette application a pour but de traquer, à partir des photographies prises chaque semaine par le patient, l'avancée de son traitement. Des messages, rédigés préalablement par le praticien, sont envoyés après chaque scan par l'intelligence artificielle pour informer le patient et le praticien de l'état du traitement.

L'intelligence artificielle permet de détecter à partir des photographies transmises plusieurs types d'informations :

- l'évolution du déplacement dentaire, de manière quantitative : cette fonction permet de connaître l'action résiduelle de chaque système mis en place afin d'optimiser son changement (arcs, chaînettes, élastiques, gouttières, etc.). L'application est capable de donner une courbe d'efficacité des systèmes de traction ou de déplacement des dents montrant ainsi au praticien quand le système mis en place devient passif ou peu actif. Cette fonction permet une modification complète de la prise de rendez-vous : le patient n'est plus revu de manière standard à 4, 6, 8 ou 10 semaines mais uniquement quand l'action de son fil, de sa chaînette, de ses élastiques ou de sa gouttière arrive à son terme ;
- l'état de l'appareil : l'application est capable de détecter des attaches décollées, des taquets perdus ainsi que des défauts d'adaptation des gouttières, mais encore des chaînettes cassées ou des clapets ouverts. Ainsi, cela évite tout retard de diagnostic qui tendrait à ralentir le traitement ou rendre impossible l'acte prévu au prochain rendez-vous (changement d'arc ou autre) ;
- l'état parodontal : l'application détecte l'inflammation gingivale (uniquement vestibulaire). Cela permet un rappel régulier des règles d'hygiène au patient, au travers de messages personnalisés et de renvoyer vers des vidéos explicatives, mais également une prise en charge rapide, limitant le risque d'hypertrophie gingivale, souvent difficile à maîtriser une fois installée.

Ainsi ces applications de contrôle à distance permettent de rendre les rendez-vous plus pertinents en intervenant à des moments précis en se basant sur l'efficacité résiduelle du système de déplacement dentaire. De plus, la prise de photographies

hebdomadaire responsabilise le patient et permet un suivi personnalisé basé sur des messages d'alerte et de suivi standardisés.

Toutefois, ce suivi représente un coût supplémentaire et nécessite souvent un personnel dédié pour analyser les nombreux messages transmis par l'application au praticien. Enfin, les scans (photographies) des patients ne s'arrêtant pas lors des jours de fermeture du cabinet, le flux de travail doit être constant au risque de s'accumuler et devenir difficilement gérable.

## “ Point fort

- L'appareillage orthodontique est un outil précis, complexe et fragile ; l'intégration de cette notion par le patient, au travers de la communication du praticien, est garante de son observance des règles d'hygiène, de suivi et d'entretien de l'appareil
- Le *smartphone* est la base de l'évolution du suivi à distance de nos patients
- Le Dental Monitoring™ permet d'optimiser le temps au fauteuil en supprimant les rendez-vous de contrôle pour y substituer des rendez-vous d'activation

## ■ Échanges avec les correspondants

La dématérialisation du « patient 2.0 », à partir des photographies numériques, des radiographies 3D numériques et du scan 3D intraoral, a facilité l'échange entre praticiens.

La majorité des logiciels est aujourd'hui capable de mettre en page, sous forme de compte-rendu, les informations contenues dans la demande d'entente préalable et le plan de traitement, en y joignant l'ensemble des examens réalisés lors du bilan. Cette présentation standardisée a permis une meilleure communication entre dentistes et orthodontistes. Ces documents peuvent ensuite être transmis aux correspondants via des messageries sécurisées type Mailiz™, respectant le RGPD.

Au-delà, les logiciels orthodontiques ont développé des plateformes en ligne permettant aux correspondants de consulter les photographies et autres documents relatifs au traitement de leurs patients : chaque patient se voit ainsi associé un numéro (code d'accès) lui permettant, à lui comme au praticien, d'accéder au contenu de son dossier. Le correspondant peut ainsi suivre l'avancée du traitement orthodontique et intervenir, quand cela lui semble opportun, pour la suite de ses soins.

Aujourd'hui, la numérisation des données des patients peut présenter certains problèmes légaux et les conditions générales d'utilisation tendent à décharger la plate-forme de tout type de responsabilité quant à l'utilisation détournée ou illégale des documents mis en ligne.

## ■ Limites

La numérisation de la pratique orthodontique a apporté avec elle son lot d'inconvénients et présente un certain nombre de limites.

## Surcoût financier pour les cabinets

Le premier aspect notoire est le coût que représente la numérisation d'un cabinet. Peu ou pas valorisé dans le prix des soins, s'équiper d'un scan 3D apporte un confort accru pour le patient mais augmente le temps clinique nécessaire pour un même acte. De surcroît, le coût d'un scan se comptant en dizaines de milliers d'euros, il est important d'y trouver une utilité autre que la simple prise d'empreinte. Il en est de même pour le collage indirect qui,

au-delà de nécessiter de nombreux équipements jusqu'alors réservés aux laboratoires, demande un temps de travail plus important en amont, et souvent l'embauche de personnel supplémentaire pour gérer ce flux de travail. La question peut alors se poser de la nécessité de ce genre de technologie et le gain réel qu'elle représente face à un collage direct bien maîtrisé.

De plus, l'évolution rapide des technologies et des techniques impose un renouvellement du parc informatique et des équipements fréquent, notamment dans le domaine de l'impression 3D, car une imprimante récente peut rapidement devenir caduque. Cette consommation accrue de technologies, coûteuse pour les cabinets, doit également être remise dans le contexte écologique actuel : le gain engendré par la numérisation de notre pratique est-il supérieur à ce qu'il coûte, pour le cabinet, et pour l'environnement ?

## Protection des données des patients <sup>[9]</sup>

La numérisation des données des patients a également apporté avec elle un grand nombre de dérives. Il est important de comprendre qu'avec la dématérialisation des données est apparue une dépendance totale des cabinets à leurs logiciels et aux outils informatiques. Ainsi, face à une panne informatique, un cabinet peut se retrouver complètement paralysé (incapacité de connaître l'emploi du temps, ainsi que l'avancée du patient dans son traitement, etc.).

Depuis quelques années, les cyberattaques visant à crypter les données des patients se sont démocratisées. Les *hackers*, après avoir bloqué les données des patients, demandent une rançon en échange de la levée du cryptage. Cet exemple n'en est qu'un parmi tant d'autres : saturation du site internet, de la boîte mail ou des systèmes de prise de rendez-vous en ligne, attaque des logiciels d'exploitation ou du réseau informatique complet, etc. <sup>[10]</sup>.

De nombreux systèmes sont aujourd'hui mis en place pour tenter de limiter ces cyberattaques mais la complexité du monde informatique et l'ingéniosité des *hackers* ne cessant d'augmenter, aucun praticien ne peut aujourd'hui se prétendre complètement hors d'atteinte.

## Déshumanisation du soin

La numérisation de notre pratique engendre une distance entre le praticien et le patient. L'avènement du numérique a créé un intermédiaire de communication efficace, l'écran, mais qui tend à limiter l'interaction directe entre le praticien et son patient : de la délégation des explications au profit de vidéos « plus parlantes » au contrôle à distance des soins au travers du Dental Monitoring™, le patient tend à n'avoir avec le praticien que de courts contacts, calibrés de manière chirurgicale dans un agenda réglé à la minute. Le numérique, pensé initialement pour des traitements sur mesure, tend alors à la déshumanisation du soin.

## ■ Conclusion

Le numérique a pris aujourd'hui une place centrale dans notre activité orthodontique, en s'insinuant dans chacune des étapes du parcours du patient. Ce nouveau monde connecté a permis à notre profession d'augmenter la qualité et la reproductibilité de ses soins, tout en augmentant le confort du patient et du praticien.

Toutefois, cette course à la numérisation a apporté avec elle son lot de dérives et de problèmes, tout en complexifiant l'application des lois sur la protection des données des patients.

Enfin, l'obsolescence toujours plus rapide de nos machines, face à la fulgurance des progrès techniques, pose une réelle question environnementale. Les défis de demain semblent donc s'orienter vers une rationalisation de notre pratique, recentrée sur l'efficacité technique, et détachée d'une bataille irrationnelle pour la nouveauté à tout prix.

**Déclaration de liens d'intérêts :** les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts en relation avec cet article.

## ■ Références

- [1] Morris RS, Hoye LN, Elnagar MH, Atsawasuwan P, Galang-Boquiren MT, et al. Accuracy of dental monitoring 3D digital dental models using photograph and video mode. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2019;**156**:420–8.
- [2] Haïm P. Apport du Digital Smile Design dans la prise en charge pluridisciplinaire des dysharmonies dento-dentaires 2020; 9.(2).
- [3] Hans MG, Palomo JM, Valiathan M. History of imaging in orthodontics from Broadbent to cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2015;**148**:914–21.
- [4] Allareddy V, Rengasamy Venugopalan S, Nalliah RP, Caplin JL, Lee MK, Allareddy V. Orthodontics in the era of big data analytics. *Orthod Craniofac Res* 2019;**22**(Suppl. 1):8–13.
- [5] Çifter M. A qualitative analysis of dental photography in orthodontics: the patient's perspective. *BioMed Res Int* 2018;**2018**: 1–9.
- [6] Brignardello-Petersen R. There may be no difference in failure and orthodontic bracket placement accuracy when using a direct or indirect bonding technique. *J Am Dent Assoc* 2020;**151**:e7.
- [7] Le set-up numérique la révolution de l'orthodontie digitale [Internet]. LEFILDENTAIRE magazine dentaire. 2019 [cité 28 déc 2019]. Disponible sur : <https://www.lefildentaire.com/articles/clinique/orthodontie/le-set-up-numerique-la-revolution-de-l-orthodontie-digitale/>.
- [8] Li Y, Mei L, Wei J, Yan X, Zhang X, Zheng W, et al. Effectiveness, efficiency and adverse effects of using direct or indirect bonding technique in orthodontic patients: a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health* 2019;**19**:137.
- [9] Conseil national de l'ordre des médecins. Médecins et patients dans le monde des data, des algorithmes et de l'intelligence artificielle - Analyses et recommandations du Cnom. janvier 2018.
- [10] Genovese M. Top 5 des cyberattaques sur les hôpitaux [Internet]. Stormshield. 2019 [cité 27 juill 2020]. Disponible sur : <https://www.stormshield.com/fr/actus/top-5-des-cyberattaques-qui-ont-marque-le-secteur-de-la-sante/>.

O. Breton (obreton34@gmail.com).

12 ter, rue Marcel-de-Serres, 34000 Montpellier, France.

P. Leclercq.

44, avenue Maurice-Thorez, 13110 Port-de-Bouc, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Breton O, Leclercq P. Apport du numérique en orthodontie. EMC - Orthopédie Dentofaciale 2021;33(4):1-8 [Article 23-180-A-10].

Disponibles sur [www.em-consulte.com](http://www.em-consulte.com)

