



# Revue de presse

## Article analysé

• Rekow ED. Digital dentistry: The new state of the art - Is it disruptive or destructive? Dent Mater 2020; 36 (1): 9-24.

# Dentisterie numérique et nouvelles voies thérapeutiques

Pascal De March

MCU-PH, Université de Lorraine  
Responsable de rubrique

Lorsque l'on évoque les nouvelles voies thérapeutiques, on pense tout de suite aux apports des systèmes numériques tant ceux-ci se sont imposés rapidement dans tous les domaines de la médecine ces dernières décennies. Ils continuent de proposer frénétiquement des solutions nouvelles dans tous les domaines des sciences médicales, dont l'odontologie clinique. Si on regarde bien plus loin en arrière, on constate que les progrès les plus marquants se sont accomplis à une fréquence exponentielle. L'auteur de l'article rapporté fait remarquer à cet égard que le passage de la communication narrative à l'écriture s'est établi sur une période de 200 000 ans, que l'imprimerie fut inventée 4800 ans plus tard, alors qu'il n'a fallu, dès lors, « que » 540 ans de plus pour atteindre l'année 1990 et l'avènement d'internet, autre révolution majeure dans le monde des communications. C'est bien l'avènement des systèmes numériques informatiques et automatisés qui a rendu internet possible, de même qu'une foultitude de solutions nouvelles qui ont bouleversé le monde de l'odontologie et qui se sont déjà solidement intégrées dans les cabinets dentaires. Aujourd'hui, à peine une trentaine d'années plus tard, c'est l'intelligence artificielle qui s'annonce déjà comme la nouvelle révolution technologique bouleversant le fonctionnement de tous les domaines de l'activité humaine, la dentisterie ne faisant pas exception. Paru en 2020 dans le très respecté *Dental Materials*, cet

article fait la synthèse des principales avancées et des domaines d'applications de la dentisterie numérique tout en se projetant dans un futur qui a déjà commencé. Concernant la CFAO, les performances des scanners intra-oraux et de laboratoires ne sont plus à prouver, ni en termes de précision, ni de rapidité, ni d'accessibilité. Les progrès actuels les plus marquants concernent les logiciels de conception capables d'intégrer et de combiner des données multi-sourcées telles que des images photographiques ou des données radiologiques ou encore dynamiques comme l'intégration des données occlusales permettant des propositions thérapeutiques de plus en plus personnalisées. Dans le volet « fabrication », ce sont les procédés additifs qui s'imposent désormais et qui promeuvent le développement de nouveaux biomatériaux. Par ailleurs, la pleine étendue du champ des données numérisées collectables issues du patient permet désormais de « reconstruire » un patient numérique virtuel permettant la simulation à l'infini de toutes les thérapeutiques possibles dans tous les domaines de l'odontologie. Qu'elles soient chirurgicales, restauratrices ou orthodontiques, toutes les interventions et leurs résultats espérés peuvent être simulés à l'avance. Les thérapeutiques peuvent alors être conduites de manière plus sûre et plus prédictible à partir de ces données numériques capables de permettre la construction à l'avance d'un dispositif médical sur mesure et de guides de préparation pour une mise en œuvre lors d'une séance écourtée, ou encore de guider un

robot capable de réaliser les actes les plus sensibles de manière plus sûre et plus rapide que ne le ferait le meilleur clinicien. Ces systèmes existent déjà dans les différents domaines de la dentisterie, au moins à titre expérimental. Couplés aux progrès de l'ingénierie tissulaire, ils vont aussi permettre la création de structures restauratrices personnalisées incluant des cellules vivantes à haut potentiel de régénération ou différents facteurs bioactifs.

Par ailleurs, la technologie numérique ne se limite pas à la seule mise en œuvre des actions thérapeutiques, mais elle influence aussi tous les autres domaines interconnectés à l'odontologie thérapeutique. L'auteure évoque ainsi l'apport des différents capteurs dans des outils tels que les brosses à dents connectées capables d'évaluer l'efficacité du brossage ou de participer à son enseignement. Elle aborde aussi tous les bénéfices permis en télémedecine permettant un meilleur accès non seulement au diagnostic, mais aussi à certains soins pour les populations les plus isolées. E. Diane Rekow pointe, parmi certaines applications disruptives de cette évolution, quelques « distorsions étranges » telles qu'une relative ubérisation de la santé qui repose sur un réseau de livreurs apportant au patient le matériel nécessaire à la réalisation d'un diagnostic, mais aussi à l'accomplissement d'une thérapeutique autoconduite. Elle donne ainsi l'exemple d'un traitement orthodontique par aligneurs que le patient pourrait « réaliser par lui-même » avec simples suivi et contrôle à distance.

Un autre aspect de cette révolution numérique évoqué dans l'article concerne le nombre et la diversité des données potentiellement collectées ouvrant la possibilité à de nombreuses études épidémiologiques à grande échelle ou encore à l'amélioration des procédés d'identification de victimes. L'intelligence artificielle offre ici d'innombrables possibilités de traitement des données. Dans le domaine de l'enseignement, des simulateurs dits haptiques (*figure*) reproduisent les sensations tactiles inhérentes à la réalisation d'un acte technique difficile qui peut être reproduit à l'infini, sans consommation de matériel et sans mettre en danger un patient qui ne devrait plus être le premier « cobaye » des professionnels de santé en formation. Tous les paramètres physiques, physiologiques et même comportementaux du patient peuvent être exprimés par des robots simulateurs de plus en plus réalistes qui bougent, crient ou sursautent en réactions aux actes conduits comme pourraient le faire les vrais patients, ce qui permet non seulement une formation des dentistes en devenant sur le plan technique, mais aussi sur le plan comportemental et réactionnel face à certains événements déclenchés à distance par un formateur ou par un programme.

Dans une partie consacrée à sa réflexion personnelle, l'auteure rappelle l'inéluctable évolution des progrès successifs accomplis dans l'humanité depuis des centaines de milliers d'années qui ont bouleversé les sociétés humaines tout en leur permettant de se développer, et ceux accomplis en dentisterie depuis que les humains souffrent de problèmes dentaires. Pour elle, les progrès issus des évolutions numériques et leur développement fracassant bouleversent incontestablement les habitudes des chirurgiens-dentistes, mais n'altèrent en aucun cas les possibilités de mener à bien les meilleures thérapeutiques pour les patients. En adéquation avec les thèmes de *Dental Materials*, E. Diane Rekow termine son article en citant quatre domaines d'opportunité à venir pour la dentisterie numérique en science des matériaux.



Le simulateur haptique à l'Université de Lorraine permet de s'exercer sans risques et sans consommables aux actes techniques de chirurgie dentaire: un jeu d'enfant.

- Les **fabrications additives** pourront bientôt concerner les restaurations en céramique en y intégrant une variabilité colorimétrique pour une caractérisation personnalisée. Elles pourront aussi donner lieu à des pièces réalisées en intégrant des gradients fonctionnels dans les matériaux mis en forme avec notamment des différences de résistance. Enfin, les variations possibles dans la géométrie interne des systèmes prothétiques pourront aussi donner lieu à différentes innovations à explorer dans ce domaine.
- Dans le domaine de l'**implantologie**, des capteurs miniaturisés pourront donner un retour d'information sur les charges perçues par les implants en fonction. Le design implantaire pourra aussi être complètement réinventé grâce aux techniques additives au profit d'une structure alvéolaire permettant une colonisation tridimensionnelle de l'implant par le tissu osseux. De nouveaux matériaux ou états de surfaces seront aussi développés pour optimiser l'interface de l'implant avec les tissus hôtes.
- Les **procédés de bio-ingénierie tissulaire** pourront aussi permettre l'incorporation de cellules ou de produits bioactifs thermo-activables au sein de réseaux de substituts tissulaires dont les domaines d'applications pourront être plus flexibles et s'étendre aux tissus plus complexes tels que les muscles.
- Les protocoles d'évaluation et de développement de nouveaux matériaux devraient s'accélérer grâce aux nouvelles capacités de collecte et de traitement des données à l'échelle du « **big data** »

COMMENTAIRE PAGE SUIVANTE...

## COMMENTAIRE

On n'arrête pas le progrès mais, avec lui, on peut s'attendre au meilleur comme au pire. Le monde de la médecine dentaire n'est pas que celui de l'étude et du traitement des dents et de leur environnement, c'est aussi un marché lucratif pour les industriels du domaine. Comme la bicyclette tombe si on arrête de pédaler, le marché doit s'animer en permanence pour rester debout, créer de la nouveauté et inventer de nouveaux besoins jusqu'à proposer parfois des solutions, parmi les plus innovantes, à des problèmes que l'on ne rencontre pas. Dans ce contexte, les nouvelles technologies sont souvent un bel emballage pour des innovations aussi coûteuses qu'inutiles qui sont abandonnées avant même d'être complètement payées.

Quand et comment intégrer de nouvelles technologies dans sa pratique ? Un cabinet dentaire est une entreprise assez singulière dont les résultats dépendent quasi exclusivement de l'activité clinique du seul praticien. Les investissements doivent y être raisonnables et raisonnés, planifiés lorsqu'on peut être à peu près sûrs qu'ils apporteront un bénéfice pour l'activité du praticien d'une part, pour la qualité et la sécurité des soins d'autre part. Les innovations doivent donc être développées en partenariat étroit avec des cliniciens qui doivent aussi participer à leur évaluation, leurs inévitables corrections et améliorations jusqu'à en garantir le bénéfice médical et technologique de même que leur intégration dans le modèle économique des cabinets dentaires. Pour ce faire, les leaders d'opinion, mais les aussi les universités ont un rôle à jouer. Ils doivent bénéficier de la part des industriels de conditions optimisées pour pouvoir tester, sans risque financier et sans pression, les innovations émergentes tout en bénéficiant d'une liberté totale dans leurs appréciations et leurs recommandations, surtout lorsqu'ils interviennent par ailleurs comme formateurs des futurs utilisateurs. Dans ce travail collaboratif avec les industriels, l'indépendance scientifique des cliniciens concernés se trouve naturellement sur une ligne de crête assez ténue. Les formations ou recommandations formulées par ceux-ci, compte tenu de leur influence ou de leur fonction académique, doivent faire l'objet d'une totale transparence relative à tout lien d'intérêt avec les industriels dont les objectifs principaux demeurent le profit.

Le 13 janvier dernier, Emmanuel Macron, qui s'exprimait en clôture du congrès de la Conférence des présidents d'université (CPU), indiquait : « On ne pourra pas rester durablement dans un système où l'enseignement supérieur n'a aucun prix pour la quasi-totalité des étudiants, (...) et où nous avons une difficulté à financer un modèle qui est beaucoup plus financé sur l'argent public que partout dans le monde pour répondre à la compétition internationale. » Les partenariats et autres collaborations entre les industriels et les facultés sont inévitables et même souhaitables, d'une part pour permettre au progrès de s'accomplir et d'autre part pour garantir des ressources nécessaires à l'organisation d'une formation initiale de qualité. Cependant, ils ne doivent pour autant entraver l'indépendance et la sincérité des formations qui y sont dispensées, ni détourner ses missions de formation et de recherche au profit de ces industriels. Cette coopération doit absolument se faire dans le cadre d'un contrat de partenariat totalement transparent garantissant l'indépendance académique de la faculté et sa mission prioritaire de formation au profit des étudiants et du système de santé. Bien évidemment, l'absence de liens d'intérêt des enseignants-chercheurs en responsabilité décisionnaires dans les facultés doit être absolument garantie pour écarter tout soupçon. La loi du 29 décembre

2011 relative au renforcement de la sécurité sanitaire du médicament et des produits de santé impose la transparence des liens entre les industries de santé et les autres acteurs du champ de la santé, professionnels de santé, étudiants, sociétés savantes, associations, médias, etc. La base de données publique gouvernementale Transparence-Santé ([www.transparence.sante.gouv.fr](http://www.transparence.sante.gouv.fr)) rend accessible à tous l'ensemble des informations déclarées par les entreprises sur les liens d'intérêts qu'elles entretiennent avec les acteurs du secteur de la santé. Pilotée par le ministère des Solidarités et de la Santé, cette initiative de transparence vise à « préserver la nécessaire relation de confiance entre les citoyens, les usagers et les multiples acteurs du système de santé ». Chacun peut vérifier ainsi les éventuels liens d'intérêt des professionnels de santé susceptibles d'influencer ses prises de décisions, notamment pour celles qui concernent l'intégration d'une nouvelle technologie à son arsenal thérapeutique.

S'il est raisonnable d'être prudent et critique vis-à-vis des nouveautés, il ne faut pas craindre systématiquement le progrès, même si l'intégrer impose des bouleversements dans le confort de nos habitudes. Pour Churchill, « il n'y a rien de négatif dans le changement si c'est dans la bonne direction ». En d'autres termes, il ne faut pas changer pour changer mais évoluer vers des changements quand ils peuvent assurément nous apporter de meilleures conditions d'exercice et surtout aboutir à de meilleurs traitements pour nos patients. Les progrès de la dentisterie numérique sont de ce point de vue incontestables. Ils ont été rapides mais se sont montrés efficaces pour le plus grand nombre qu'après une phase de tests, une période d'évaluation et d'améliorations. N'est pas le plus malin le vaniteux qui veut le premier accéder aux innovations car il risque avant tout de subir des imperfections de systèmes arrivés trop vite sur un marché qui n'a pas pris le temps de les mettre totalement à l'épreuve et de les corriger. Mais il est tout aussi stupide d'ignorer systématiquement tout ce que ces progrès sont en mesure d'apporter de positif. La plupart des procédés d'acquisition numérique de donnée et de CFAO sont désormais très aboutis. Du seul point de vue de la conduite d'une thérapeutique, ils permettent de faire mieux, plus vite et plus sûr. La combinaison de données différentes permet par ailleurs d'intégrer beaucoup plus de paramètres et de prévisualiser un objectif à atteindre tout en améliorant la communication avec le patient. L'utilisation des systèmes métiers associés, scanners et logiciels, est aussi plus accessible, plus intuitive et fait écho à des compétences acquises dans tous les domaines de la vie quotidienne où les systèmes numériques sont également largement implantés. D'un point de vue plus scientifique, les progrès en matière de systèmes numériques améliorent, valorisent et favorisent les autres progrès dans les domaines des matériaux, des revêtements ou autres substances bioactives en leur proposant des nouveaux moyens d'action. Parmi les nouveaux enjeux, la médecine personnalisée, en plein développement, fait l'objet de nombreuses attentions. Nous avons l'habitude de réaliser des dispositifs médicaux sur mesures pour nos patients mais la médecine personnalisée, en proposant par exemple des interfaces bioactives spécifiques, pourrait permettre de mieux les y intégrer biologiquement. Une fois éprouvés et améliorés par les scientifiques et/ou leaders d'opinion indépendants, tous ces progrès seront rapidement à la disposition de tous, praticiens et patients. Chacun devra évaluer librement quand et comment les intégrer au mieux à sa pratique. Car on n'arrête pas le progrès!