

Faut-il avoir peur des robots-dentistes ?

Should we be afraid of dental robots?

Abdel Aouacheria^{1,2,3}

➡ Résumé

Comme il est vraisemblable que la France, à la pointe dans l'utilisation des plateformes robotiques chirurgicales, autorise à court terme le déploiement de robots-dentistes sur son territoire, l'objectif de cet article est d'interroger *ce qui se joue* dans cette révolution technologique, pour les professionnels du dentaire, les régulateurs, mais aussi (et surtout) pour les patients : quelle(s) prise(s) de conscience l'intervention de la machine et les mutations qui lui sont associées peuvent-elles amener ? Comment la robotique rebat-elle les cartes de la relation de soin ? Pour quels enjeux éthiques et de santé publique ? Après avoir défini les robots-dentistes comme des dispositifs chirurgicaux automatisés à vocation réparatrice, pour l'instant non anthropomorphes, nous verrons comment le domaine de la robotique dentaire oscille entre espoirs et illusions. Nous décrivons les nouvelles responsabilités et exigences éthiques liées à l'introduction de ces objets techniques équipés d'intelligence artificielle, ainsi que les nécessaires garde-fous à implémenter pour éviter toute distanciation morale et pour protéger la patientèle de toute robotisation (au sens propre ou au sens métaphorique de « zombification »). Nous montrerons enfin que la question du robot-dentiste n'est finalement que l'évolution naturelle de l'application déraisonnée de procédés industriels à la rationalisation de la santé et de pratiques néolibérales ectopiques conduisant à sa marchandisation. Les patients peuvent participer à l'infléchissement de cette tendance, en rappelant que la centralité de la personne humaine constitue la pierre angulaire des métiers de la santé.

Mots-clés : Chirurgie dentaire ; Robotique ; Implantologie ; Alliance thérapeutique ; Éthique ; Intelligence artificielle

➡ Abstract

As it seems likely that France, at the forefront in the use of surgical robotic platforms, will authorize the deployment of dental robots in the short term, the purpose of this article is to question what is at stake in this technological revolution, for dental professionals, regulators but also (and above all) for patients: what awareness-raising will the intervention of machines bring? How does robotics reshuffle the cards of the care relationship? What are the ethical and public health issues? After having defined dental robots as non-humanoid, automated surgical devices with exclusive restorative vocation, we will see how the field of dental robotics currently oscillates between hopes and illusions. We will describe the new responsibilities and ethical requirements related to the introduction of these AI-powered technical objects, as well as the necessary safeguards that have to be implemented in order to avoid any moral buffer and to protect patients from any robotization (literally or metaphorically in the sense of 'zombification'). Finally, we will show that ultimately the question of robot-dentists is the natural evolution of unreasonable application of industrial processes to the rationalization of health and ectopic, neo-liberal practices shifting healthcare into a commercial commodity. Patients can participate in reversing this trend, by recalling that the centrality of the human person is the cornerstone of health professions.

Keywords: Dental surgery; Robotics; Implantology; Therapeutic alliance; Ethics; Artificial intelligence

¹ Institut des sciences de l'évolution de Montpellier, ISEM, département Biologie, Santé et Société, UMR 5554, CNRS, IRD, EPHE, Université de Montpellier.

² Réseau Reliance en complexité, chaire de la Fondation de l'université de Montpellier rattachée à la chaire UNESCO d'Edgar Morin sur la pensée complexe, Université de Montpellier.

³ Association La Dent Bleue de représentation de la patientèle du dentaire.

Introduction

Comme le prologue d'un film de science-fiction, la vidéo diffusée par la chaîne chinoise CGTN (1) s'ouvre sur la mention « Xi'an City, China. Sept. 16, 2017 ». On peut voir le bras articulé du premier robot-dentiste de l'histoire effectuer ses lents mouvements, tout en contrôle, dans la bouche d'une patiente sous anesthésie générale. Puis des mains humaines, aux gestes plus saccadés, posent une fraise dentaire sur une turbine. Un praticien du département de stomatologie de l'hôpital militaire de Xi'an fournit ensuite des explications sur cette prouesse : la pose d'implants dentaires par un robot autonome. Cet événement signalait l'entrée de la dentisterie dans l'ère de la robotisation. Comme toujours, les réactions ont oscillé entre stupéfaction, engouement et misonéisme, comme si les *objets techniques* que sont les robots nous étaient à la fois étrangers et extérieurs, qu'ils ne contenaient pas notre *réalité humaine* (2) et n'étaient pas déjà omniprésents. Pourtant, sur les divers sites de production industrielle et dans les lignes de montage, partout dans le monde, des robots ont de longue date remplacé les ouvriers. Les systèmes de pilotage automatique des avions ont fait voyager plus de touristes que tous les aviateurs du monde réunis et les programmes d'IA développés par Google DeepMind (3) écrasent aujourd'hui les meilleurs joueurs de go, d'échecs ou de shogi de la planète. Dans le domaine médical, les robots chirurgicaux Da Vinci ont connu un essor fulgurant (250 000 opérations/an), tandis que des lasers robotisés pratiquent au quotidien des surfacages cornéens pour traiter la myopie. Le pays des dentistes allait-il être épargné ? Tant s'en faut, comme le prouve l'autorisation en 2016 par la FDA américaine de l'utilisation du robot-dentiste Yomi pour les procédures générales d'implants dentaires, puis en 2020 pour les traitements d'arcade complète. Dans la vidéo du fabricant (Neocis) (4), les bras télémanipulateurs côtoient des écrans d'imagerie 3D et un mannequin de simulation a remplacé la patiente. Cette plateforme robotique aurait posé à ce jour plus de 10 000 implants.

Ni *Ecce roboto*, ni *Machina sapiens* : un objet technique non humanoïde

Pour mieux circonscrire les enjeux, il n'est pas inutile de revenir à la vidéo *princeps* de la chaîne d'informations

chinoise. Le robot-dentiste de l'institut de robotique de l'université Beihang se présente sous les traits d'un bras robotisé de haute précision, connecté à différents capteurs et caméras miniatures ainsi qu'à un système de navigation GPS lui permettant de se représenter son environnement. Cette dimension stéréotaxique commence par un scan tomographique 3D générant un modèle numérique des volumes osseux et tissulaires du patient. Des coordonnées sont attribuées permettant au robot de planifier les mouvements du bras (orientation, profondeur, déplacement latéral) à l'intérieur de la cavité buccale, tout en les ajustant aux balancements de tête (*tracking*). L'opération, qui a duré une heure, s'est soldée par la pose réussie de deux implants (sans avoir eu besoin d'un guide chirurgical en matériau biocompatible, nécessitant du temps de préparation, et sans excéder une marge d'erreur de 0,2 mm, comprise dans les standards usuels). À aucun moment l'intervention n'a nécessité de téléguidage par un dentiste, le bras motorisé a travaillé de manière autonome, sans manipulation à distance, sans joystick, en contrôlant lui-même ses mouvements. Ce robot-dentiste ne constitue donc pas un prolongement de la main humaine (même s'il peut être doté d'un système de retour haptique), il n'est pas non plus un majordome du praticien. C'est même l'inverse : c'est le professionnel qui a joué le rôle de superviseur (en surveillant la malade et l'opération) et de logisticien (en plaçant la fraise dentaire, en essayant les fluides biologiques, sang et salive, et en maintenant la pompe aspirante dans la bouche de la patiente). Ce robot-dentiste chinois (tout comme son homologue américain Yomi) n'est pas anthropomorphe et n'exhibe aucun comportement biomimétique, preuve que ses concepteurs ont considéré que l'interaction *affective* avec les patients se situait hors de ses usages. Ses composantes communicationnelle et interactionnelle sont limitées à des boutons et écrans de contrôle, à l'attention du praticien. Autrement dit, cet appareil n'est ni plus ni moins qu'un dispositif chirurgical automatisé à vocation réparatrice.

Intérêts, espoirs et mirages de la robotique dentaire

Au-delà du buzz, l'avènement des robots-dentistes représente une avancée considérable pour un secteur dentaire qui, par tradition, a longtemps reposé sur l'expertise humaine ainsi que sur l'alchimie de la relation entre praticien et patient. On appréciera ici leur introduction à l'aulne de l'intérêt présenté pour ce dernier.

Le robot-dentiste a prouvé qu'il pouvait être plus précis et rapide que la main humaine, et l'on se met à espérer des durées d'intervention moins longues, moins de douleurs, une meilleure récupération ainsi qu'une réduction des risques d'erreurs et de complications, fréquentes dans le domaine de l'implantologie (avec des taux d'échec souvent inférieurs à 10 %, mais difficiles à évaluer précisément [5] et variables en fonction des compétences du spécialiste, de l'état du patient et du cabinet de soins). Parce que le robot utilise des instruments de plus petite taille (chirurgie mini-invasive), la taille des incisions diminue ainsi que la fréquence et l'ampleur des saignements et infections. En plus de pouvoir se substituer au praticien pour certains actes thérapeutiques, le robot-dentiste pourrait s'avérer utile en préopératoire, en facilitant la composante décisionnelle, d'aide au diagnostic et à l'établissement de plans de traitement personnalisés (grâce à des techniques d'apprentissage profond et d'IA, avec l'aide d'agents conversationnels de type Bing ou ChatGPT, et grâce aussi à l'hybridation de l'humain que permettent les biocapteurs, tels que la « dent connectée »). Enfin, la chirurgie robotique permet aux équipes médicales d'officier tout en gardant une distance de sécurité, ce qui les protège mieux des aérosols générés par les soins en cas de pandémies à virus respiratoire. Ce faisceau d'arguments suscite chez les patients un espoir légitime. Une enquête a estimé que 41 % des Français sondés étaient favorables au fait de subir une opération chirurgicale pratiquée par un robot (6) (à titre de comparaison, seulement 28 % acceptaient l'idée qu'un robot s'occupe de promener leur chien).

La démocratisation des plateformes robotiques porte la promesse d'obtenir plus facilement un rendez-vous pour des interventions ayant un caractère répétitif (pose d'un implant unique sur une localisation dentaire non problématique, par exemple), à condition que ces équipements puissent être déployés de façon suffisante sur tout le territoire. Or, les robots médicaux sont très onéreux (à l'achat et à la maintenance), ce qui peut freiner leur diffusion. En outre, même si le champ d'action du praticien se trouve amputé par l'existence du robot, cela ne signifie aucunement que le professionnel de santé sera amené à disparaître. Au contraire, l'intervention de la machine devra se faire sous la surveillance de chirurgiens-dentistes qualifiés, ayant développé des compétences hautement spécialisées (en ingénierie des systèmes automatisés) en plus de la maîtrise du socle de fondamentaux de la dentisterie. Les humains devront conserver la possibilité de reprendre la main sur les diverses actions contrôlées par les machines, en particulier en cas d'urgence (les machines étant pour l'instant moins réactives et créatives devant l'inattendu).

Même s'ils peuvent améliorer une situation préoccupante (7), il semble illusoire de penser que les robots-dentistes pourront remédier à la problématique des déserts médicaux et à la pénurie de dentistes, ou représenter une réponse au problème de l'accès aux soins. Enfin, à l'heure de la prise en compte des enjeux environnementaux dans les pratiques de santé, on peut s'interroger sur la pertinence d'un large développement de la technologie pour répondre aux besoins de santé de la population, tant au niveau national que planétaire. « Intégrer la sobriété numérique à la démarche écoresponsable » (8) est un enjeu systémique crucial impliquant des questionnements majeurs d'équité sociale.

Et si le danger était celui d'une robotisation de l'humain ?

Dans le sillage des débats actuels sur l'IA (9, 11), il paraît crucial de veiller à ce que la robotique dentaire se développe selon les règles de l'éthique médicale, dont l'objet est de jongler entre les exigences d'efficacité et de sécurité des soins, dans le respect des personnes.

La question de l'intégration de nouvelles compétences éthiques, juridiques et technologiques devra être envisagée, à travers par exemple la création de « comités opérationnels d'éthique et de contrôle du système multipolaire praticien-robot-patient » (veillant à octroyer des accréditations au personnel médical, à définir des critères de certification des dispositifs, en impliquant concepteurs, fournisseurs, professionnels et utilisateurs dans une démarche collégiale). Certains n'hésitent pas à appeler de leurs vœux l'organisation d'une Conférence des Parties (12), d'ambition plus vaste (à l'image du futur règlement européen sur l'IA ou sous l'égide de l'OMS), afin de poser des limites strictes et consensuelles à l'usage des robots.

Mais, au fond, le sujet du robot-dentiste n'est qu'un prétexte au questionnement plus profond sur des dérives majeures qui ont déjà eu lieu. Ce ne sont pas seulement les opérations contextuelles (se rapportant à l'art dentaire ou à l'interface humain-machine) qui devront être régulées et surveillées (le cas échéant sanctionnées) : le risque de dérives mercantiles et de réification du patient ne doit pas être négligé. La tentation peut en effet exister (pour certains) de ne voir en ce dernier qu'un porte-monnaie et/ou un porte-implant. Le scandale des centres dentaires associatifs à bas coût (Dentexia [13] et Proxidentaire en France, iDental en Espagne) a montré que l'application

aberrante à la médecine bucco-dentaire de procédés industriels (d'abattage) et néo-managériaux (de course à la rentabilité) pouvait se solder par un fiasco sanitaire (14) et une grande souffrance psycho-sociale. Comme l'indique Edgar Morin, « la rationalisation appliquée à l'humain est irrationnelle » (15), cet énoncé s'appliquant aussi bien à la mécanique algorithmique qu'à la recherche effrénée du profit. Cette forme de dentisterie déshumanisée est également déshumanisante : elle fait s'inscrire les corps et les esprits des patients dans un geste de « zombification » (16) (le zombie étant, après le robot, le presque-humain dont le fonctionnement est le plus machinique [17]). Poussée à l'extrême, l'expérience de pensée s'avère rapidement dystopique : imaginons un futur où des armées de robots-dentistes autonomes seraient programmés pour *faire du chiffre*, en posant massivement des implants¹ sur une patientèle docile, acceptant d'être mutilée voire édentée², car résignée à obéir après plusieurs décennies d'application d'un modèle patriarcal de domination du soignant-sachant sur le soigné-vulnérable, dans le cadre d'un paradigme biomédical focalisé sur l'organe et ses pathologies...

Dans un registre plus réaliste, avec l'allongement de l'espérance de vie, on peut inférer que de nombreux usagers seront contraints, du fait de l'usure de leurs structures anatomiques, d'entreprendre des soins de plus en plus lourds au fil du temps, voire de subir plusieurs réhabilitations dentaires. Cette perspective implique de prendre en compte un autre aspect, non moins vital : la dimension affective et sociale lors du temps passé en cabinet. Ce que les fabricants de robots-dentistes ne semblent pour l'instant pas avoir inscrit à leur cahier des charges. La mise en place de fonctions d'accompagnement, visant à assurer au patient un niveau adéquat d'interaction avec des personnes humaines lors des consultations et des opérations, pourrait passer par la généralisation de métiers coordonnés, amenés à devenir importants aux côtés de ceux d'endodontistes, de roboticiens, de prothésistes dentaires, etc., à savoir ceux d'hygiénistes, psychologues, hypnopraticiens, sophrologues et aidants.

« Les patients ne sont pas des clones, les médecins ne sont pas des automates » (18)

Pour conclure, la perspective du robot-dentiste offre un cadre de réflexion épistémologique très concret sur le chirurgien-dentiste du futur. D'un côté, les racines historiques de cette profession, ancrée dans une mouvance positiviste, un modèle biomédical, un paradigme réductionniste et une croyance en la technique toute-puissante, l'orientent naturellement vers ce type de déploiement, par ailleurs favorisé par la pensée néolibérale. D'un autre côté, étant entendu « qu'en matière de dynamique relationnelle et de régulation des systèmes, la communication inter-humaine est ce qui existe au monde de plus complexe » (19), une vision systémique ne peut que relativiser les espoirs globaux que cette orientation suscite. Nous tous, patients d'hier, d'aujourd'hui et de demain, devons garder à l'esprit la centralité de la *personne humaine* dans l'orientation des pratiques de santé. Nous avons une voix à faire entendre auprès des institutions, et des initiatives de patients-experts (20) et d'association de patients (La Dent bleue) commencent depuis peu à voir le jour. Singulière, fruit de traits uniques d'histoire de vie, de croyances et de mythes fondateurs, en quête de soins tout autant que de sens, de respect, d'écoute, d'empathie, d'informations et de confort, la personne humaine doit demeurer la pierre angulaire des métiers médicaux (21), et plus encore lorsqu'elle commence à être entourée de machines et de servomécanismes (22). En dentisterie, des modèles théoriques plaçant le patient-en-tant-que-personne au cœur des préoccupations, selon une vision systémique organisée autour des dimensions individuelles et collectives, ont récemment été décrits (21, 23). Gageons que le pilotage contrôlé de la technique, selon une pensée systémique à finalité humaniste, peut répondre aux enjeux sociétaux d'une santé publique orale intégrée dans le vaste champ de la santé.

Remerciements

L'auteur remercie le Pr Jean-Noël Vergnes de lui avoir suggéré la rédaction du manuscrit et pour sa précieuse relecture. Merci à la promotion universitaire de l'UE Communication scientifique en biosciences (responsables : Pr P. Lalle, Dr J. Kucharczak) d'avoir relu le texte et

¹ « La meilleure dent, c'est l'implant ! » (devise de Pascal Steichen, fondateur de Dentexia).

² « Sans-Dents, mais pas sans voix ! » (devise du Collectif contre Dentexia).

matérialisé un lien positif entre zombification et aide aux victimes du dentaire à travers l'organisation d'un évènement de médiation scientifique.

Références

1. CGTN. World First Autonomous Dental Implant Robot Put into Use in China [En ligne]. 2017 [Cité le 27 février 2023]. Disponible sur: https://www.youtube.com/watch?v=6bXnBto0NNo&ab_channel=CGTN
2. Simondon G, Simondon N. Du mode d'existence des objets techniques. Nouvelle édition revue et corrigée. Paris, France: Aubier; 2012. 368 p.
3. McGrath T, Kapishnikov A, Tomašev N, Pearce A, Wattenberg M, Hassabis D, et al. Acquisition of Chess Knowledge in AlphaZero. *Proc Natl Acad Sci USA*. 14 nov 2022;119(47):e2206625119.
4. Neocis. Robotic Precision with Yomi [En ligne]. 2017 [Cité le 7 mars 2023]. Disponible sur: <https://youtu.be/S2Z8xR8iKTA>
5. Needleman I, Chin S, O'Brien T, Petrie A, Donos N. Systematic Review of Outcome Measurements and Reference Group(s) to Evaluate and Compare Implant Success and Failure. *J Clin Periodontol*. fév 2012; 39(suppl_12):122-32.
6. European Commission, Directorate-General for Communication. Special Eurobarometer 382: Public Attitudes towards Robots [En ligne]. 2014 [Cité le 7 mars 2023]. Disponible sur: http://data.europa.eu/88u/dataset/S1044_77_1_EBS382.
7. Zhang Q, Jing Q, Gerritsen AE, Witter DJ, Bronkhorst EM, Creugers NHJ. Dental Status of an Institutionalized Elderly Population of 60 Years and over in Qingdao, China. *Clin Oral Investig*. 11 sept 2015;20(5):1021-8.
8. Baras A. Fiche n° 9. Intégrer la sobriété numérique à la démarche. In : Guide du cabinet de santé écoresponsable [En ligne]. Rennes, France: Presses de l'EHESP; 2021. p. 153-61. Disponible sur: <https://www.cairn.info/guide-du-cabinet-de-sante-ecoresponsable-9782810909780-p-153.htm>
9. Letourneau L, Paris P, Zablit-Schmitz I. Étude de la maturité du numérique en santé au sein de l'UE [En ligne]. Ministère des Solidarités et de la Santé; 2022. 40 p. Disponible sur: https://esante.gouv.fr/sites/default/files/media_entity/documents/pfue-dns---pres-ecosysteme-francais-19_04_22-v2.pdf
10. Gruson D. La machine, le médecin et moi. Paris, France: Éditions de l'Observatoire, 2018. 160 p.
11. Loi n° 2021-1017 du 2 août 2021 relative à la bioéthique (1) - Article 17 [En ligne]. Disponible sur: <https://www.legi-france.gouv.fr/jorf/id/JORFARTI000043884399>
12. Vallancien G. Homo artificialis : plaidoyer pour un humanisme numérique. Paris, France: Michalon éditeur; 2017. 208 p.
13. Aouacheria A, Régis M, Chaire Reliance en complexité. L'affaire Dentexia : anatomie d'un scandale. In : Éditoriaux en pensée complexe. Paris, France: L'Harmattan; 2023. 148 p.
14. Daniel C, Paris P, Vienne P. L'association Dentexia, des centres de santé dentaire en liquidation judiciaire depuis mars 2016 : impacts sanitaires sur les patients et propositions [En ligne]. Inspection générale des affaires sociales; 2016. 164 p. Disponible sur: https://www.igas.gouv.fr/IMG/pdf/Rapport_2016-075R.pdf
15. Morin E. La voie : pour l'avenir de l'humanité. Paris, France: Pluriel; 2012. 544 p.
16. Aouacheria A. Le zombie nous parle de nous autant que nous parlons de lui (Grand Entretien). *VOX Museum*. fév 2023;(13):4.
17. Hoquet T. Les presque-humains : mutants, cyborgs, robots, zombies... et nous. Paris, France: Éditions du Seuil; 2021. 392 p.
18. Sullivan FM, MacNaughton RJ. Evidence in Consultations: Interpreted and Individualised. *Lancet*. 5 oct 1996;348(9032):941-3.
19. Donnadiou G, Karsky M. La systémique, penser et agir dans la complexité. Réédition de 2021. Paris, France: Éditions Liaisons; 2022. 272 p.
20. Friconneau M, Archer A, Malaterre J, Salama F, Ouillade MC. The Expert Patient: A New Key Stakeholder in the Global Healthcare System. *Med Sci (Paris)*. déc 2020;36(hors-série_n° 2):62-4.
21. Bedos C, Apelian N, Vergnes JN. What Should People Expect from Person-Centred Dental Visits? The Montreal-Toulouse Wheel of expectations. *Br Dent J*. août 2021;231(4):249-53.
22. Dupuis JD, Aouacheria A. La biopolitique vue du cinéma : l'âge de cristal. Paris, France: L'Harmattan; 2018. 240 p.
23. Bedos C, Apelian N, Vergnes JN. Towards a Biopsychosocial Approach in Dentistry: the Montreal-Toulouse Model. *Br Dent J*. mars 2020;228(6):465-8.