

COMMENT J'EXPLORE...

Cone Beam CT

Nouvel outil dans l'imagerie diagnostique

M. DE MARNEFFE (1), MARINA MILICEVIC (2), MLADEN MILICEVIC (3)

RÉSUMÉ : Le but de cet article est de présenter les avantages de la tomographie computerisée à faisceau conique (CBCT) par rapport à la tomographie computerisée (CT) classique et de rapporter quelques applications cliniques. Inventé pratiquement pour les dentistes, en particulier pour l'implantologie, le CBCT a trouvé une indication incontournable dans l'imagerie des sinus, de la chirurgie maxillo-faciale et orale, en parodontologie, endodontie et orthodontie. Le CBCT s'est avéré utile également dans l'imagerie des lésions de différentes origines des mâchoires avec, toutefois, une réserve concernant le bilan d'atteinte des tissus mous (dans ce cas, une IRM - ou un CT avec injection de produit de contraste - serait préférable). Dernièrement, l'application du CBCT s'est élargie à l'imagerie du rocher et, même, des petites articulations des extrémités.

MOTS-CLÉS : CBCT - Indications - Radiation - Faisceau conique - Maxillo-facial

CONE BEAM CT

NEW TOOL IN DIAGNOSTIC IMAGING

SUMMARY : The goal of this article is to show the advantages of the Cone Beam Computerized Tomography (CBCT) compared to classical Computerized Tomography (CT) and to describe several clinical applications of interest with this rather new technology. Invented practically for dentistry, in particular in implantology, the CBCT found major indications in paranasal sinus imaging, in maxillofacial and oral surgery, in periodontology, endodontics and orthodontics. CBCT is very useful to characterize various lesions of jaws with a reserve concerning the study of soft tissues (in that case, an MRI or CT with contrast injection should be preferred). Recently, CBCT is more and more used for temporal bone imaging and studies of small peripheral articulations.

KEYWORDS : CBCT - Indications - Radiation - Cone beam - Maxillofacial

INTRODUCTION

Le premier appareil «Cone Beam Computerized Tomography» (CBCT), ou tomographie computerisée à faisceau conique, a été fabriqué en 1996 par Quantitative Radiology (Vérone Italie), NewTom 9000. La première publication des résultats préliminaires par Mozzo et coll. (cités dans 1) date de 1998, mais le premier appareil CBCT en dentisterie date de 1995 (Tacconi et Mozzo, cités dans 2). La première application du CBCT avec une meilleure résolution qu'avec une tomographie computerisée (CT) classique date de 2004, avec une résolution de 0,15 mm (2).

Dans cet article, nous discutons les principales différences entre le CBCT et le CT, puis nous présentons quelques applications pratiques. Il faut cependant souligner d'emblée que l'utilisation du CBCT n'est pas encore remboursée par la sécurité sociale dans certaines des applications décrites plus avant.

DIFFÉRENCES ENTRE CBCT ET CT

Les deux appareils émettent des rayons X, mais, dans un CT classique, les rayons font 360° autour du patient et plusieurs balayages sont nécessaires, tandis que dans un CBCT, il s'agit d'une acquisition volumique cylindrique projetée par un faisceau conique de rayons en une seule rotation. Ceci entraîne des différences notables entre les deux technologies.

Une première différence importante entre les deux appareillages concerne la dose d'irradiation délivrée. Ainsi, la dose délivrée par un CBCT est de 50 à 500 µSv (micro-sievert) alors que, par un CT classique, elle est de 75 à 6.000 µSv. De ce fait, pour l'examen d'une région définie, le CBCT présente une diminution de rayonnement très significative, 4 à 13 fois moins que le CT classique. Toutefois, ce sont les chiffres fournis par les différents producteurs des machines CBCT. En réalité, la dose enregistrée pour les examens dentaires est plus importante, mais reste 4 à 5 fois moindre par le CBCT que par le CT. Sur nos appareillages, pour les examens dentaires, le Computed Tomography Dose Index (CTDI, en milligray) est de 7,15 à 9,36 mGy pour le CBCT, alors qu'il est de 28,2 à 36,9 mGy pour le CT (la seule valeur mesurable pouvant servir de comparaison entre ces deux appareils).

(1) Assistant clinique, (3) Chef de clinique, Service d'Imagerie Médicale, CHU de Liège, Site Sart Tilman, Liège, Belgique.

(2) Assistante clinique, Médecine du Travail, Attentia-Liège, Belgique.

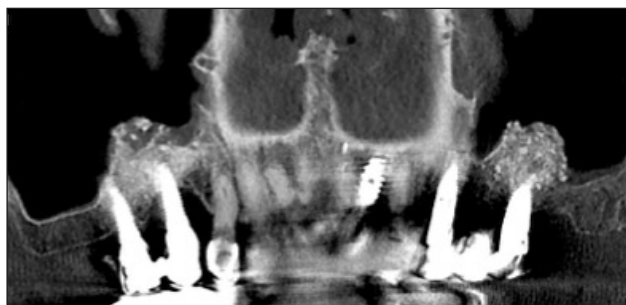


Figure 1. Implants dentaires en positions 15, 16, 22, 24 et 26 avec les greffons osseux au niveau de la paroi inférieure des sinus maxillaires mis en place pour augmenter le volume osseux loco-régional.

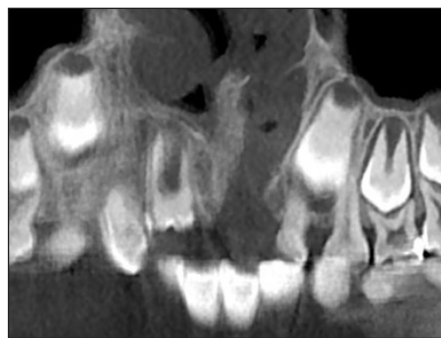


Figure 3. Fente palatine avec l'agénésie des incisives dans le quadrant 2.



Figure 2. Dent 48 incluse en reconstruction panoramique. Ses relations avec le canal mandibulaire et la racine de la dent 47 sont bien visualisées.

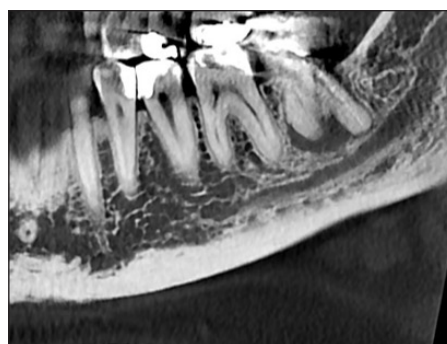


Figure 4. Foyer infectieux lysant les zones péri-apicales des racines de la dent 38.

Dans notre institution, la dose délivrée pour le CBCT des petites articulations des extrémités (cheville et poignet) est de presque 90 % moindre qu'en CT classique) et, pour le genou, elle est environ réduite de moitié.

Une deuxième différence importante concerne le degré de résolution. Ainsi, la résolution spatiale d'un CBCT va jusqu'à 0,075 mm tandis que, dans un CT classique, elle atteint 0,7 à 1 mm. L'avantage du CBCT par rapport au CT classique est qu'il est aussi de moindre sensibilité aux artéfacts métalliques. Cependant, le CBCT est plus sensible aux artéfacts cinétiques.

En CBCT dentaire, il est possible de visualiser l'espace ligamentaire péri-dentaire et la lamina dura, ce qui est pratiquement impossible en CT classique (3). Néanmoins, s'il est nécessaire d'étudier les tissus mous, le CT classique garde un avantage absolu, surtout après l'injection de produit de contraste iodé.

Enfin, une troisième différence non négligeable est d'ordre budgétaire. Le CBCT coûte à la société belge deux fois moins que le CT

classique, bien sûr pour les examens remboursables actuellement.

APPLICATIONS PRATIQUES EN DENTISTERIE/ORTHODONTIE

Les appareillages CBCT produisent les examens de «petit, moyen ou grand champ», le champ 8 x 8 cm étant la limite entre les examens effectués par les dentistes (petit champ) et par les radiologues, qui utilisent des champs supérieurs (4).

L'implantologie dentaire est considérée comme une indication par excellence pour le CBCT, en pré-opératoire ou en contrôle post-opératoire. Toutefois, cette indication n'est pas prise en charge par la Caisse de Sécurité Sociale en Belgique. Les artéfacts métalliques dus aux implantations dentaires sont certainement moindres sur un CBCT que sur un CT et les mesures de volumes effectuées en imagerie implantaire sont fiables ou au moins aussi fiables que sur un CT (4) (Figure 1).

Selon la législation belge, le CBCT dento-maxillaire est remboursable au cas où l'image-



Figure 5. Fracture multifocale mandibulaire, symphysaire et de la branche droite, avec 4 plaques et vis.



Figure 6. Pan-sinusopathie polypoïde concernant toutes les cavités sinusales et les cellules ethmoïdales accompagnée d'une ostéolyse très significative des parois des différentes cavités.

rie en 2D s'avèrerait insuffisante pour établir le diagnostic ou situer avec exactitude une lésion. De ce fait, un bilan pré-opératoire d'une dent incluse (Figure 2), d'une dent surnuméraire, d'une néoplasie bénigne kystique ou d'un odontome devrait être remboursable vu que le CBCT définit les rapports lésionnels en 3D.

Les applications en orthodontie deviennent également très fréquentes, surtout par la possibilité des appareillages des dernières générations de produire la céphalométrie. La dose délivrée par le CBCT est légèrement plus importante que la dose délivrée pour trois radiographies classiques indispensables pour la céphalométrie. La résolution spatiale, l'image en 3D et la possibilité de reconstructions multiplanaires indiquent clairement que l'examen CBCT est plus adapté que les radiographies conventionnelles en orthodontie. Bien sûr, l'attention est portée sur les jeunes enfants en-dessous de 10 ans pour lesquels les effets irradiants d'un CBCT sont trois fois plus importants que chez un adulte de 30 ans (1) (Figure 3). Les pathologies endodontiques et infectieuses ne sont, *a priori*, pas encore remboursables (Figure 4).



Figure 7a. Prothèse totale de la chaîne ossiculaire du rocher droit.

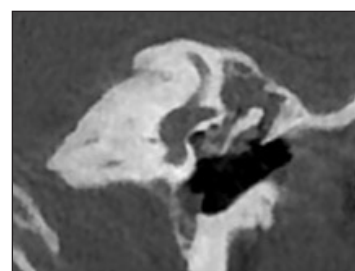
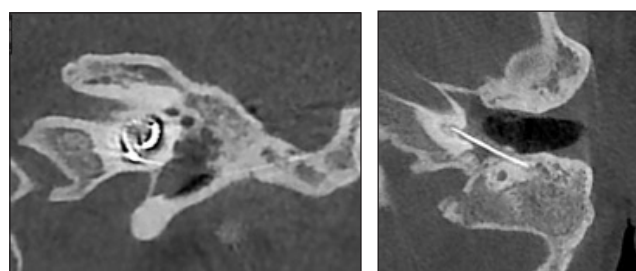


Figure 7b. Cholestéatome avec comblement de la cavité tympanique, érosion de la paroi du canal du nerf facial, ostéolyse de l'étrier.



Figures 7c et d. Implant cochléaire.

APPLICATIONS PRATIQUES POUR L'ÉTUDE DU MASSIF FACIAL ET DU ROCHER

Le CBCT présente des avantages dans le cas d'un bilan traumatique dento-maxillaire et de son suivi post-chirurgical éventuel (Figure 5).

Cependant, toute pathologie des parties molles du massif facial, associée ou non à la lésion osseuse, devrait être étudiée par un CT avec injection de produit de contraste ou par une IRM.

L'indication quasi absolue pour un CBCT est l'étude des cavités naso-sinusiennes. L'examen est remboursé par la Sécurité Sociale et si l'on retrouve une lésion néoplasique de cette région, l'examen est complété par une IRM, ce qui est également le cas si la lésion a été découverte par un CT avec injection de produit de contraste. Le CTDI évalué pour le CBCT sinusal dans notre institution varie entre 4,24

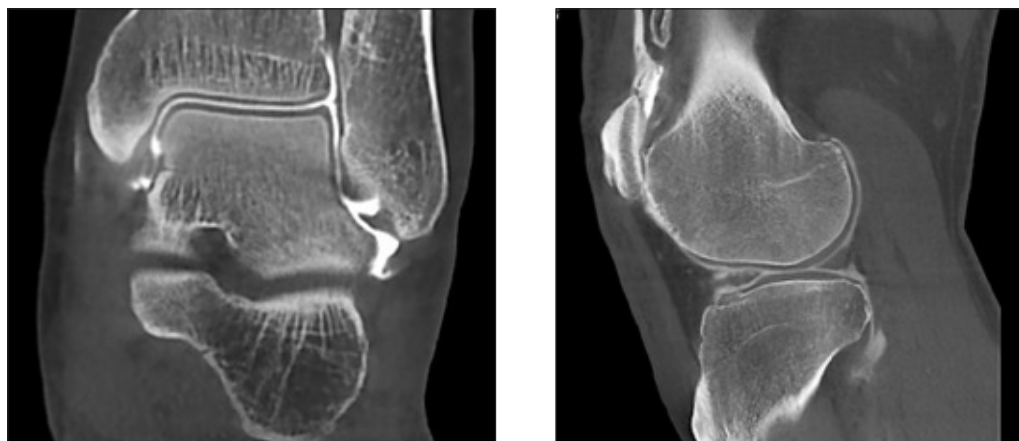


Figure 8. Arthro-Cone Beam CT de la cheville et du genou.

et 5,12 mGy alors que, pour le CT classique le CTDI étant mesuré à 6,7 -12 mGy, ce qui témoigne d'une nette diminution de la dose en faveur du CBCT (Figure 6).

L'imagerie du rocher s'effectue, de plus en plus fréquemment, par un CBCT, l'implant cochléaire étant une indication exemplaire. De nombreux auteurs préconisent également l'utilisation du CBCT dans le bilan pré-opératoire et le suivi post-opératoire du cholestéatome (5), l'appareil CBCT est paramétré sur 90 kV, 8 mA et le champ sur 8 x 8 cm (5).

Les lésions de l'oreille externe et de l'oreille moyenne ont, globalement, des résolutions pratiquement pareilles avec le CBCT qu'avec le CT conventionnel. Cependant, le CTDI est évalué entre 14,12 et 20,71 mGy pour le CBCT, alors qu'il est compris entre 37 et 96 mGy pour le CT classique (deux appareils Siemens de différentes générations) (Figures 7a-7d).

APPLICATIONS PRATIQUES POUR L'ÉTUDE DES ARTICULATIONS PÉRIPHÉRIQUES

Les articulations périphériques, sans et avec injection de produit de contraste intra-articulaire, sont très bien étudiées par un examen CBCT (6).

Nous avons pratiqué les examens des articulations du genou, du poignet et de la cheville, sans et avec injection de produit de contraste, et les résultats sont excellents. Les examens ont été effectués sur un appareil New Tom 5G avec une dose moyenne exprimée par CTDI entre 2,03 Gy pour le poignet et 5,99 Gy pour le genou. Nous avons appliqué le champ 8 x 8 cm avec 110 Kv et 3 mA (Figure 8). Des

résultats similaires sont publiés par d'autres auteurs qui ont obtenu une réduction de dose de 90 % par rapport au CT conventionnel (6). Malheureusement, après une période de quelques mois de remboursement pour ces indications ostéo-articulaires, la Caisse de la Sécurité Sociale a supprimé ce remboursement jusqu'à une nouvelle réunion avec les partenaires cliniques.

CONCLUSION

Il est bien démontré que les pathologies sinusales sont parfaitement bien étudiées en CBCT par rapport au CT standard avec une dose de rayons X tout à fait acceptable.

Il n'y a aucun doute que l'imagerie dento-maxillo-faciale par CBCT s'est montrée avantageuse dans l'implantologie dentaire, parodontie, endodontie, orthodontie et chirurgie maxillo-faciale. Toutefois, il faut de nouveau mentionner qu'il n'y a pas, actuellement, de remboursement en Belgique pour l'implantologie et l'endodontie. Le bilan pré-opératoire et post-opératoire du cholestéatome et de l'implant cochléaire est également une très bonne indication pour l'utilisation du CBCT. La tomomodensitométrie conique donne d'excellents résultats pour l'imagerie ostéo-articulaire, sans et avec injection de produit de contraste, surtout pour des petites articulations périphériques. En ce moment, les discussions sont entamées entre l'INAMI et les partenaires cliniques pour l'obtention du remboursement pour les indications ostéo-articulaires.

BIBLIOGRAPHIE

1. Bruwier A.— Etude tridimensionnelle par Cone Beam de l'architecture faciale et de la voie aérienne supérieure du patient apnéique : dissertation présentée en vue de l'obtention du grade de Docteur en Sciences Dentaires. Université de Liège, novembre 2016.
2. Gupta M, Mishra P, Srivastava R, et al.— Cone beam computed tomography : a new vision in dentistry. *Digit Med*, 2015, **1**, 7-16.
3. Chirurghiens-dentistes-en-France. (2017). Le Cone Beam CT: évolution et révolution. Le portail de l'art dentaire : Chirurghiens Dentistes en France. - <https://www.chirurghiens-dentistes-en-france.fr> consulté le 10 avril 2017.
4. Bellaïche N.— Place de la technologie Cone Beam en Imagerie odontostomatologique. *Lettre de la Stomatologie*, 2009, **42**, 4-14.
5. Haber D, Cozna S, Cavaleri B, et al.— The approach of CBCT examination in the middle ear lesions. Poster n°C-2578. European Congress of Radiology, 2015.
6. De Beuckeleer LHL, Carpentier K, De Foer B, et al.— Cone Beam CT arthrography of the wrist : high resolution images at low radiation dose. Poster n°P-0044. ESSR 2014.

Les demandes de tirés à part doivent être adressées au Dr Mladen Milicevic, Service de Radiodiagnostic, CHU de Liège, Site Sart Tilman, 4000 Liège, Belgique.
Email : mladen.milicevic@chu.ulg.ac.be