

Résumé

La prothèse maxillo-faciale évolue à l'heure actuelle grâce à l'intégration de nouveaux procédés et outils tels que le scanner facial pour l'acquisition numérique, la conception et la fabrication assistées par ordinateur, la bio-impression tridimensionnelle et l'utilisation de l'intelligence artificielle. Ces avancées placent la prothèse maxillo-faciale dans le domaine de la cybergologie (1).

Les auteurs souhaitent présenter les dernières innovations et les nouveaux protocoles en matière de conception numérique d'épithèses faciales, telles qu'elles sont actuellement réalisées au sein de l'unité de prothèse maxillo-faciale du CHU Rangueil (Toulouse) (2).

Contexte

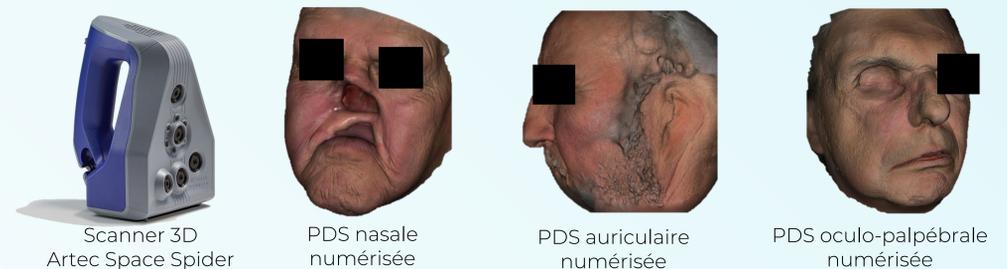
La conception assistée par ordinateur (CAO) constitue un domaine spécifique de l'ingénierie informatique qui utilise des logiciels de modélisation spécialisés pour effectuer la simulation numérique tridimensionnelle de pièces ou d'objets. En prothèse maxillo-faciale, la conception des épithèses nécessitait jusqu'alors la réalisation d'une maquette en cire sur un modèle facial en plâtre ; cette maquette était sculptée à l'aide d'une cire couleur chair, puis essayée sur le visage du patient (3).

De nouveaux outils technologiques et des logiciels de CAO permettent à présent de concevoir des maquettes numériques avec des avantages notables selon les différentes pertes de substances (PDS) (4). La CAO est également précédée d'une phase d'acquisition réalisée à l'aide d'un scanner facial, et est suivie d'une phase de fabrication assistée par ordinateur, à travers des flux numériques partiels (en vue de la fabrication d'une maquette d'essayage et/ou de moules physiques en résine d'impression).

Protocoles

Acquisition numérique

Les scanners faciaux présentent plusieurs avantages par rapport aux empreintes faciales physico-chimiques : acquisition rapide, simplicité d'utilisation, précision de l'enregistrement (50 microns), absence de compression des tissus faciaux, absence de risque, implication du patient.



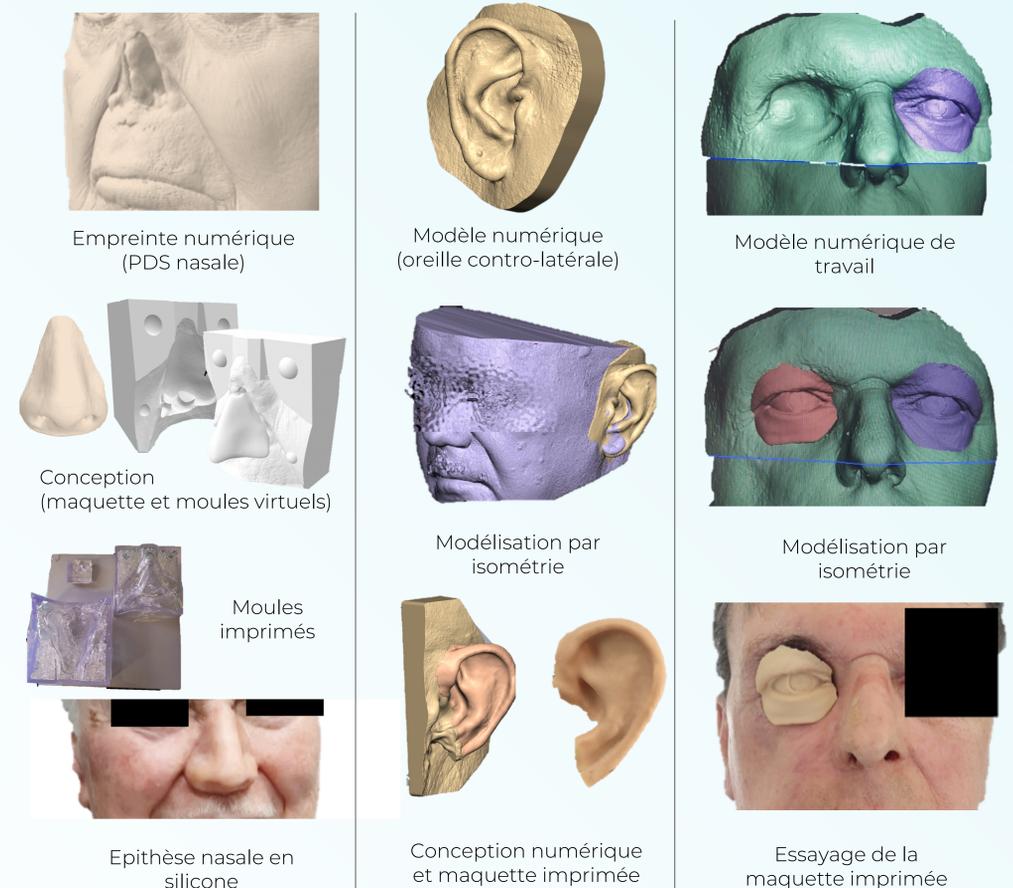
Conception assistée par ordinateur

Il existe différents flux numériques selon la localisation anatomique de la PDS :

- **PDS nasale** : afin de faciliter la conception, l'idéal est de scanner la pyramide nasale du patient avant son exérèse chirurgicale (à condition que celle-ci ne soit pas déformée par la lésion tumorale). Le nez d'un « donneur », membre de la famille du patient (fratrie, enfants) peut également servir de support : il suffit alors de combiner, lors de la CAO, le nez virtuel du « donneur » sur la maquette virtuelle du patient « receveur ».

- **PDS auriculaire** : après avoir scanné le pavillon de l'oreille controlatérale, il s'agit d'obtenir par isométrie, sa réplique inversée exacte, adaptée à la PDS.

- **PDS oculo-palpébrale** : on applique le même principe pour envisager une simulation prothétique ; le respect d'une ligne bipupillaire horizontale et de l'anatomie palpébrale permet d'optimiser le résultat esthétique.



Fabrication assistée par ordinateur

Une maquette en résine (couleur chair) est imprimée pour un essai clinique :

- **maquette pour épithèse nasale** : vérification de l'intégration de la pyramide nasale et de son centrage dans la forme globale du visage.

- **maquette pour épithèse du pavillon de l'oreille** : vérification du positionnement par symétrie (isométrie) autour du plan sagittal median.

- **maquette pour épithèse oculo-palpébrale** : vérification de la ligne bipupillaire horizontale.

L'obtention d'une épithèse imprimée en silicone connaît aujourd'hui des limites techniques compte tenu d'un matériau d'impression pas complètement abouti, et pas encore utilisé à des fins médicales (seulement en phase de recherche). Il est plus intéressant, à l'heure actuelle, de réaliser par CAO, des moules virtuels qui sont ensuite imprimés. A partir de ces moules, pourront être réalisées des épithèses en silicone par voie conventionnelle (5).

Conclusion

Les flux numériques contribuent à l'amélioration de la prise en charge des patients défigurés. A l'avenir, la bio-impression permettra la génération d'organes faciaux « sur mesure » appelés « bioprothèses » : on peut penser que les techniques d'ingénierie seront déployées pour permettre d'imprimer in situ, c'est-à-dire directement sur le patient, afin de combler la perte de substance et/ou régénérer les tissus biologiques manquants (6).

Références

- Destruhaut F. Cybergologie. In: les mots de demain, coord. par Boëtch G, Andrieu B, éditions Atlante, 2024.
- Destruhaut F, Landes T, Illand C, Hennequin A, Pascual D, Toulouse E, Naveau A, Pomar P. Bio-impression 3D, cybergologie, technologies numériques et convergentes : perspectives en prothèse maxillo-faciale, Encyclopédie Médico-Chirurgicale 2024;28-790-A-10.
- Destruhaut F, Dichamp J, Vigaros E, Toulouse E, Pomar P. Épithèses faciales. In: Prothèses supra-implantaires, coll. JPIO, dir. Hue et Tavitian, Paris : CdP, 2018;10:167-187.
- Cheah CM, Chua CK, Tan KH, Teo CK. Integration of laser surface digitizing with CAD/CAM techniques for developing facial prostheses. Part 1: Design and fabrication of prosthesis replicas. Int J Prosthodont. 2003;16(4):435-41.
- Destruhaut F, Naveau A, Dubuc A, Pomar P, Rignon-Bret C. Evolution of facial prosthetics: Conceptual history and biotechnological perspectives. International Journal of Maxillofacial Prosthetics 2021;4:2-8.
- Naveau A, Smirani R, Remy M, Pomar P, Destruhaut F. Cybergology and bioprinting: The biotechnological future of maxillofacial rehabilitation. International Journal of Maxillofacial Prosthetics 2019;1:20-25.