

Society for Dental Science

24^e congrès, Yverdon-les-Bains, 28 septembre 2023

La prothèse maxillo-faciale

Approche clinique et perspectives numériques



Pr Florent DESTRUHAUT

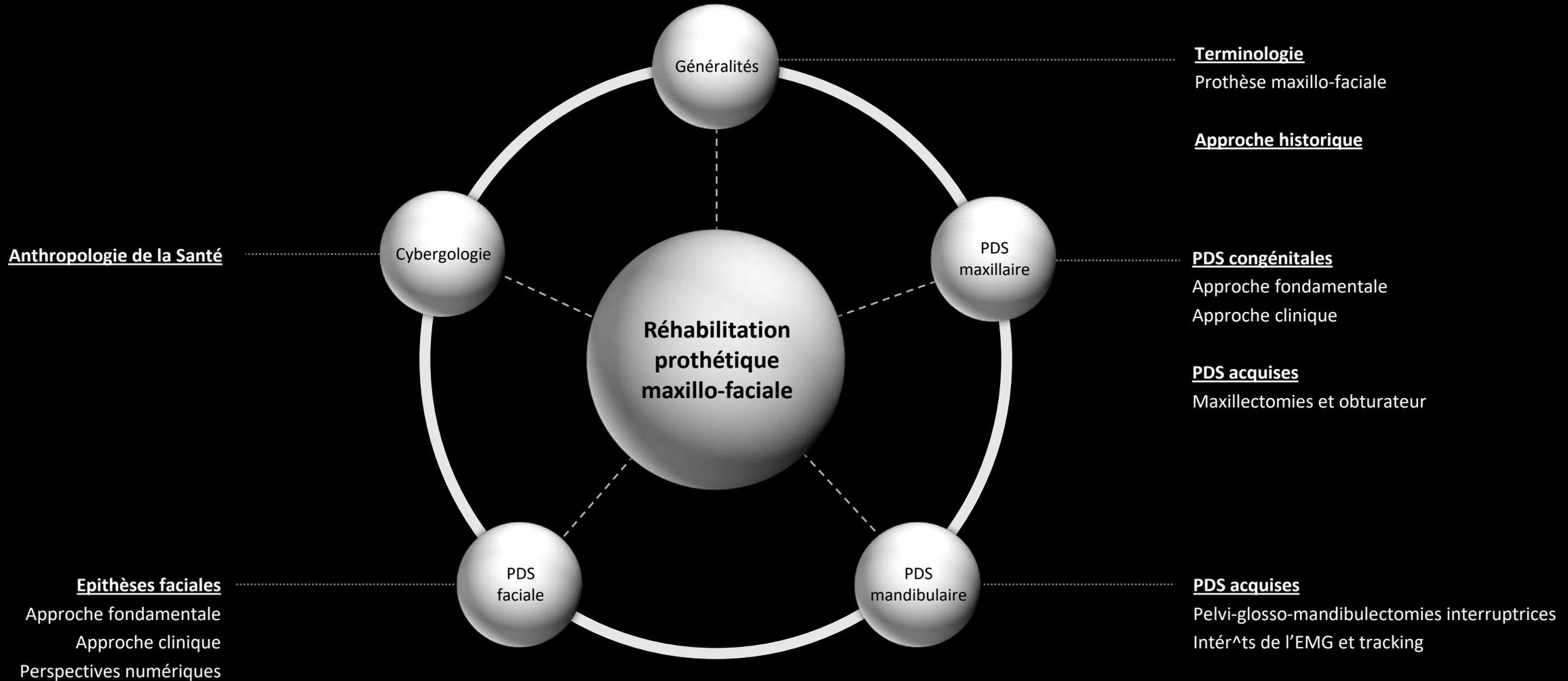
*Professeur des Universités - Praticien Hospitalier
Directeur adjoint du département d'Odontologie de la Faculté de Santé de Toulouse
Directeur adjoint de l'unité de recherche universitaire EvolSan (Toulouse III)*

Unité de prothèse maxillo-faciale - CHU Rangueil, Toulouse, France
Pr Destruhaut, Pr Pomar, Mr Toulouse



EvolSan





Terminologie

« A mal nommer les choses, on aggrave les malheurs du monde »

Albert Camus

Prothèse Maxillo-Faciale

Art et science de la reconstruction artificielle de la face et des maxillaires

De la face au visage

de l'anatomie à la représentation

Prothèse plastique faciale - Epithèse faciale

Chirurgie - Prothèse - Reconstruction faciale et reconstitution faciale

Généralités

Vigarios-Viste E, Destruhaut F, Toulouse E, Dichamp J, Pomar P.
La Prothèse Maxillo-Faciale, collection Mémento, Paris : CdP, 2015 : 176p.

Terminologie

« A mal nommer les choses, on aggrave les malheurs du monde »

Albert Camus

Prothèse Maxillo-Faciale

Art et science de la reconstruction artificielle de la face et des maxillaires

De la face au visage

de l'anatomie à la représentation

Prothèse plastique faciale - Epithèse faciale

Chirurgie - Prothèse - Reconstruction faciale et reconstitution faciale

Généralités

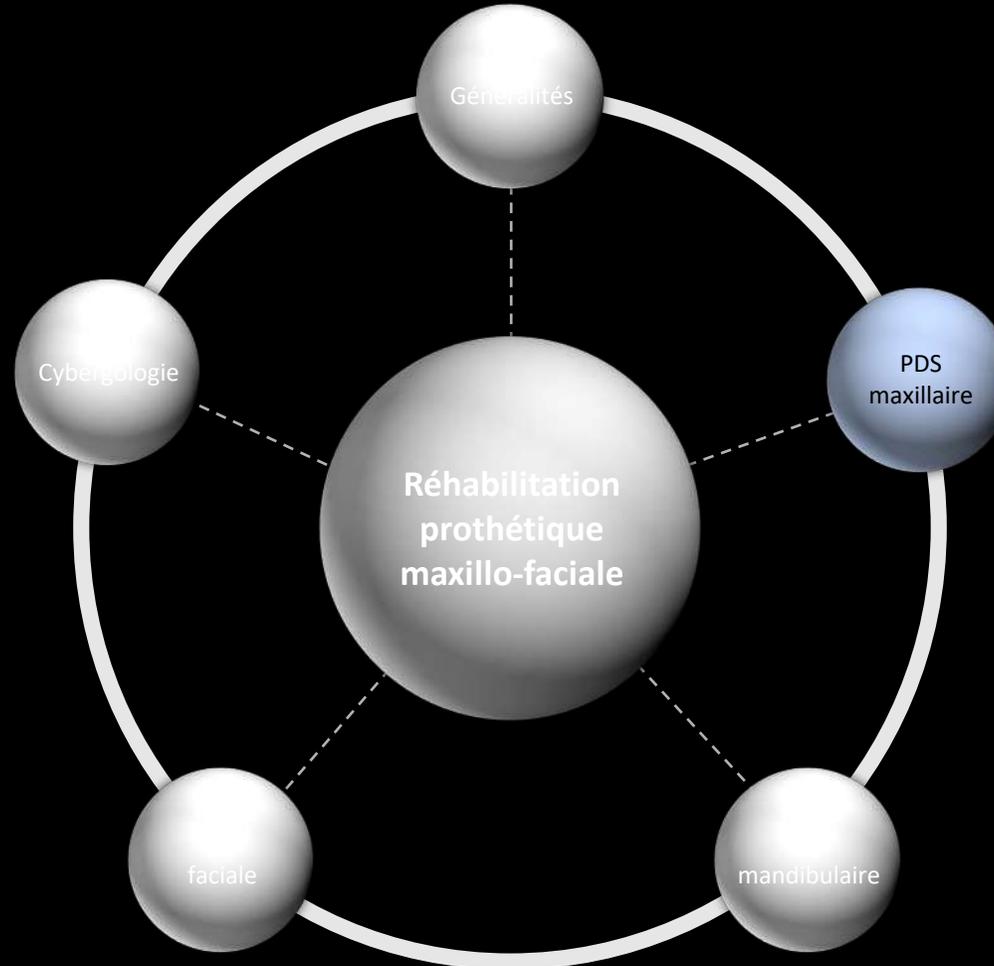
Vigarios-Viste E, Destruhaut F, Toulouse E, Dichamp J, Pomar P.
La Prothèse Maxillo-Faciale, collection Mémento, Paris : CdP, 2015 : 176p.

Approche historique

« On ne connaît une science que lorsque l'on en connaît son histoire. »

Auguste Comte

Généralités



PDS congénitales

Approche fondamentale
Approche clinique



PDS acquises

Maxillectomies et obturateur



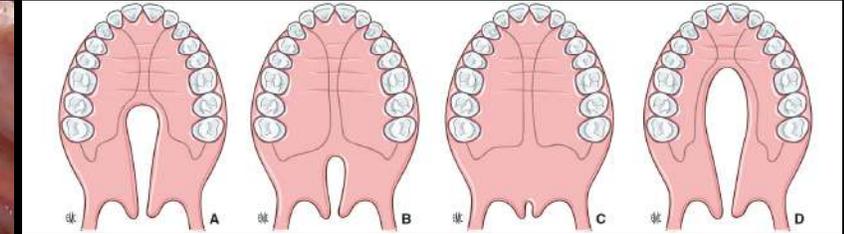
Généralités

PDS maxillaire

PDS congénitales

Fente du palais secondaire

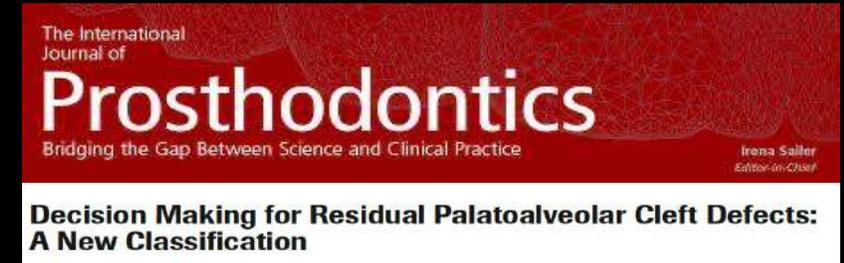
Malformation congénitale résultant de l'absence de fusion des fragments palatins au cours de l'embryogenèse



Destruhaut F, Vigarios E, Toulouse E, Pomar P.
Divisions vélopalatines non opérées ou séquellaires chez l'adulte : approche fondamentale et thérapeutique en prothèse maxillofaciale.
Encyclopédie Médico-Chirurgicale EMC, médecine buccale 2011 ; 28-560-P-10.

Fentes résiduelles/séquellaires

Divisions qui persistent à l'âge adulte (absence de chirurgie, insuffisances ou échecs chirurgicaux)



Destruhaut F, Pomar P, Esclassan R, Rignon-Bret C.
Decision-making for Residual Cleft Defects: A New Classification.
The International Journal of Prosthodontics 2015;28(2):167-8.

Prothèse obturatrice

Dispositif prothétique visant à obturer artificiellement une PDS en vue d'un gain d'étanchéité à des fins fonctionnelles (déglutition, phonation, mastication)

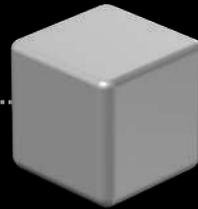
Généralités

PDS maxillaire

Examen clinique

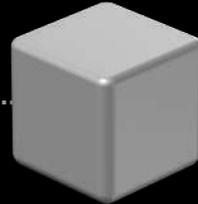


Fentes résiduelles et séquellaires



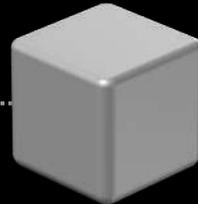
Fentes vélares et/ou vélo-palatines non opérées

*Contre-indication à la chirurgie et/ou anesthésie
Non accès au service de soins*



Fente labio-alvéolo-vélo-palatine partiellement opérée

Chéïloplastie sans urano-staphylorrhaphie



Fentes séquellaires

*Echecs chirurgicaux
Insuffisances chirurgicales*



Généralités

PDS maxillaire

Examen clinique



Bouirelet de Passavant



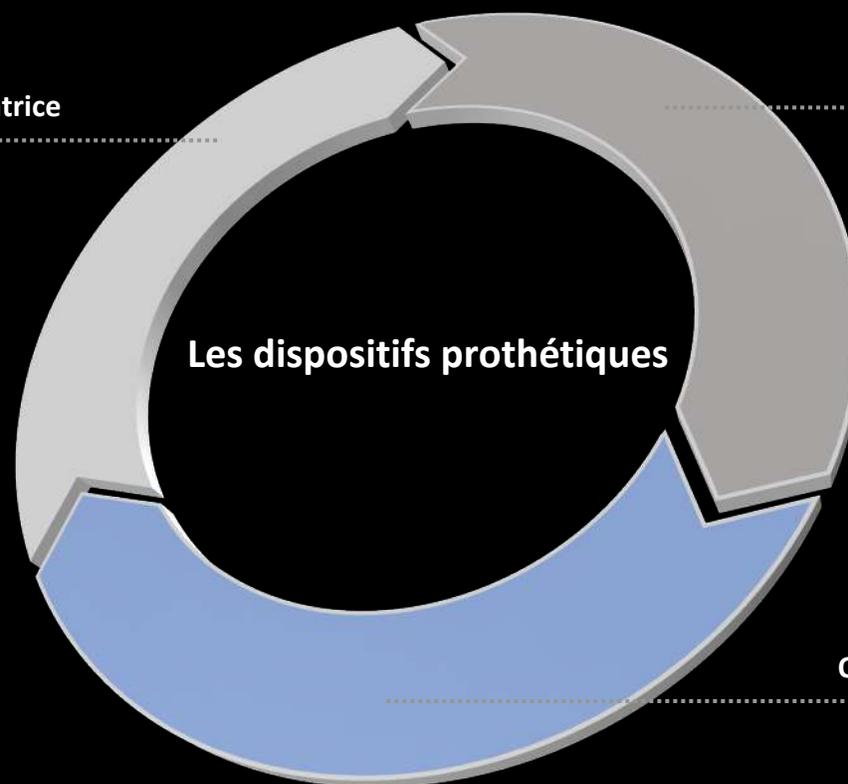
Généralités

PDS maxillaire

Approche thérapeutique



Plaque obturatrice



Obturateur palatin



Obturateur vélaire



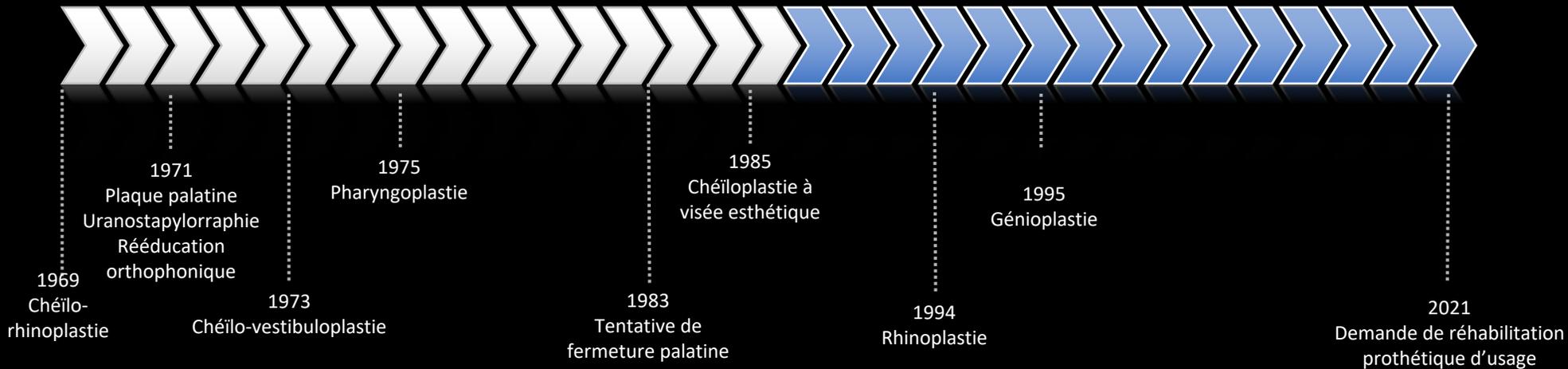
Généralités

PDS maxillaire

Cas clinique

Cas clinique

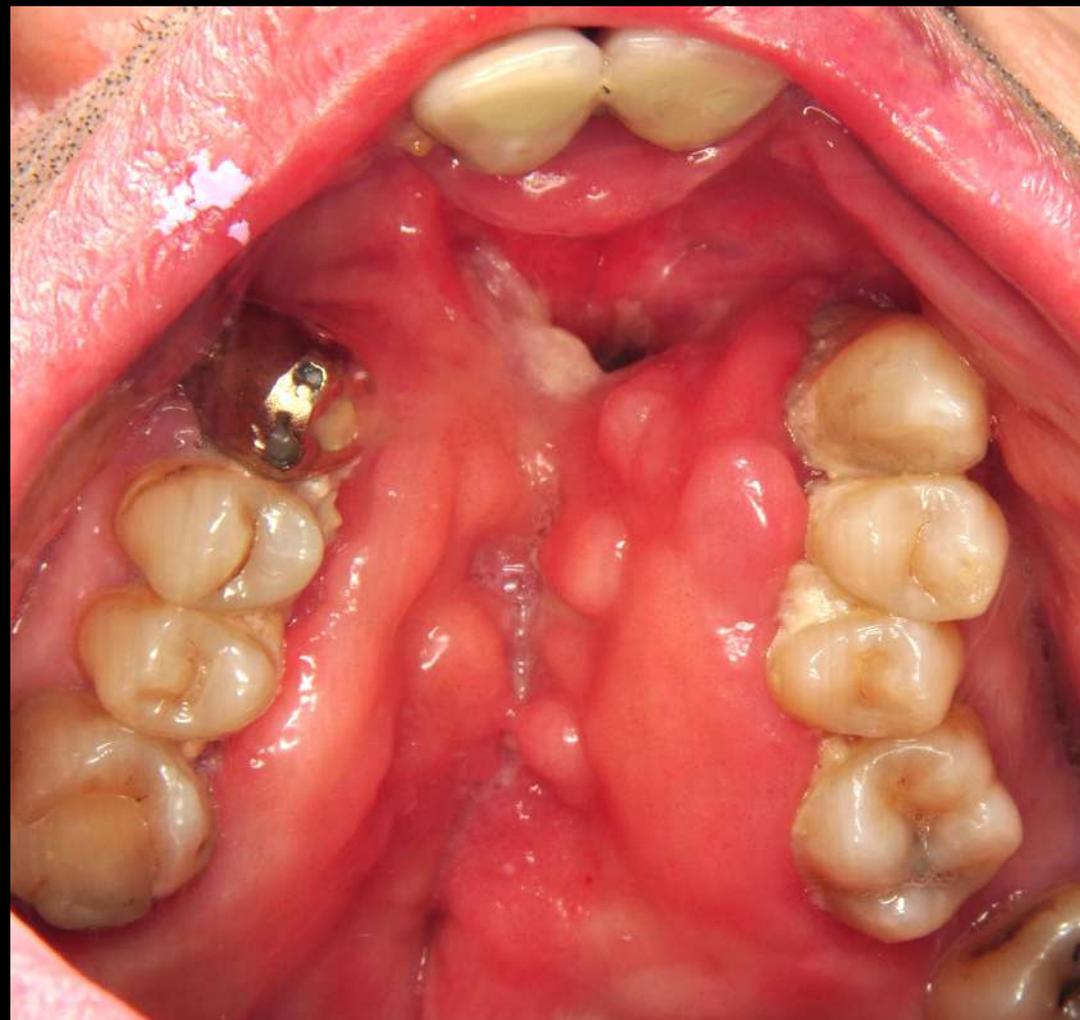
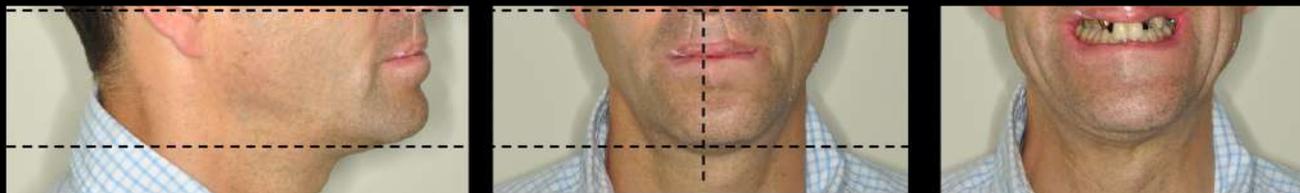
- **Motif de consultation :**
 - ✓ demande fonctionnelle (problème d'étanchéité avec reflux liquidien dans les fosses nasales et rhinolalie)
 - ✓ demande esthétique (couronne en or jugée inesthétique pour le patient)
- **Anamnèse médicale :**
 - ✓ Allergie, pathologies générales, traitement médicamenteux : ∅
 - ✓ Division labio-alvéolo-vélo-palatine séquellaire



Généralités

PDS maxillaire

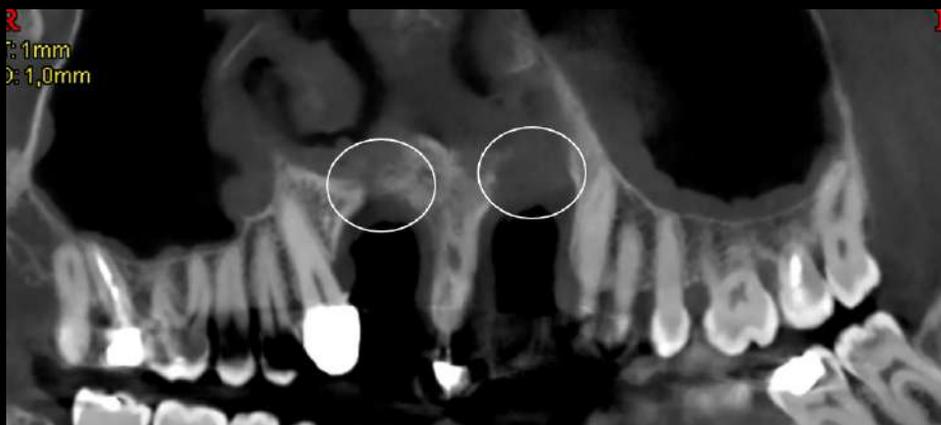
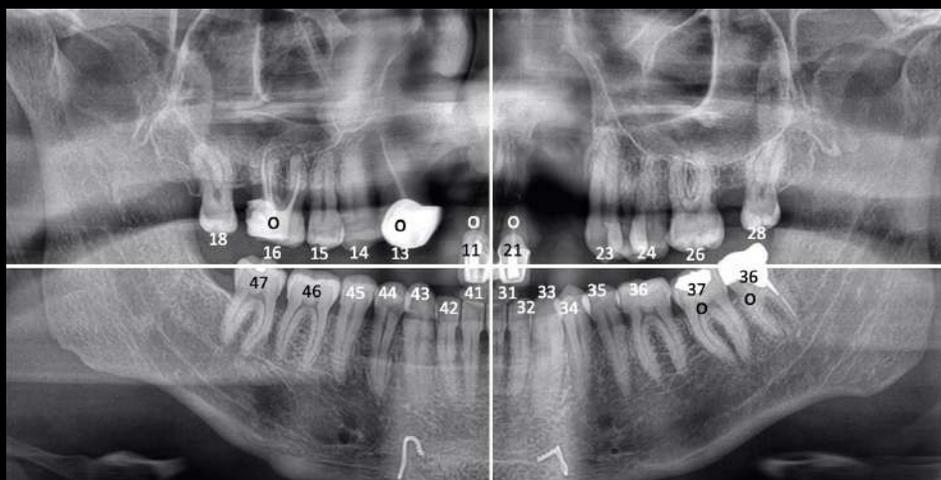
Examen clinique



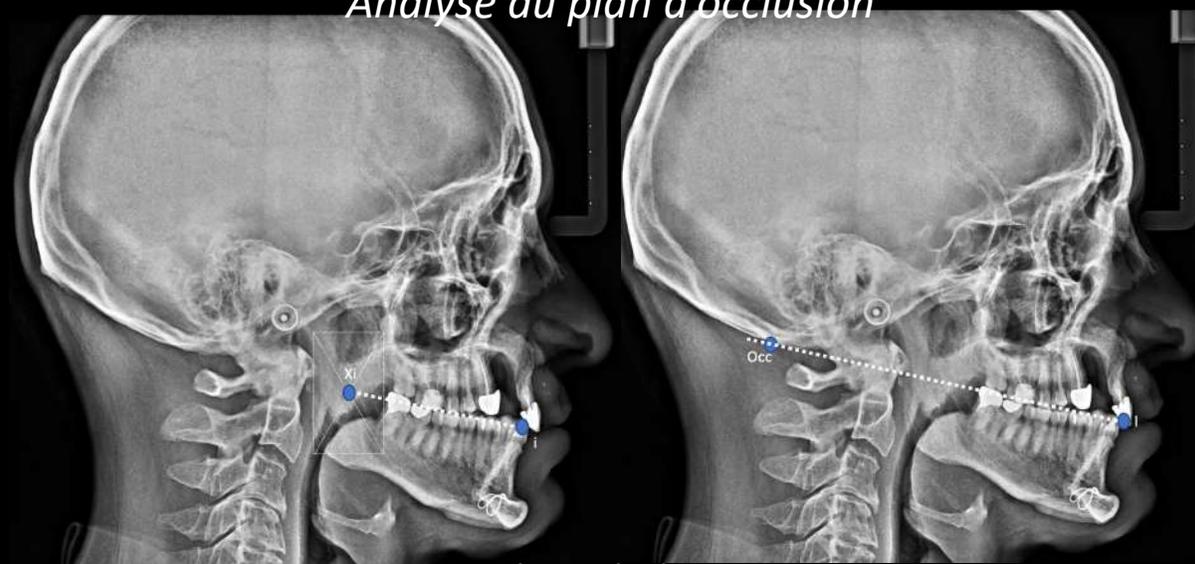
Généralités

PDS maxillaire

Examen radiologique



Analyse du plan d'occlusion



Analyse de la DVO



Généralités

PDS maxillaire

Bilan occlusal sur articulateur

Analyse préprothétique



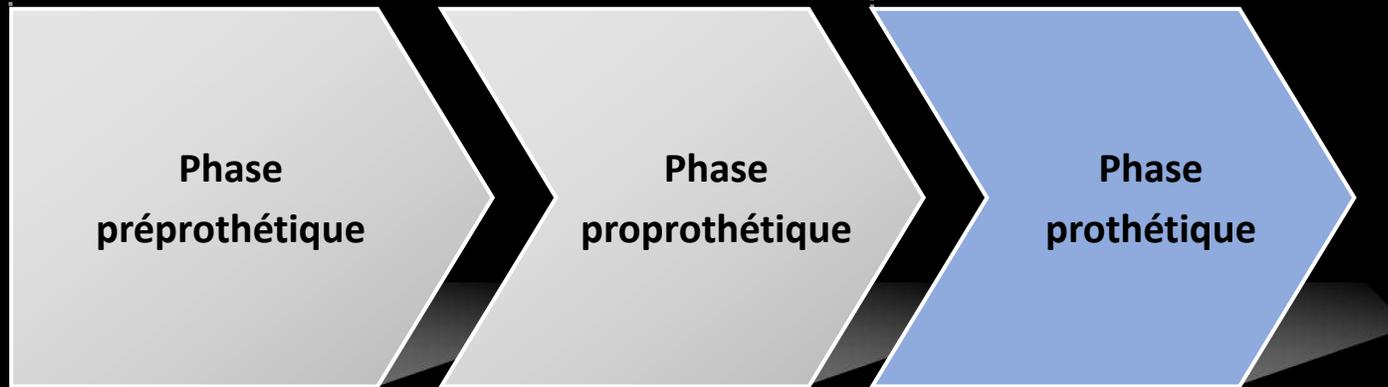
Généralités

PDS maxillaire

Proposition thérapeutique

Assainissement parodontal
Détartrage
Education thérapeutique

Réhabilitation par prothèse conjointe
13 : Exérèse couronne en or
13 : Préparation corono-périphérique
13 : provisoire
13 : CCM



Remise en condition
tissulaire (PPAR)

*Réhabilitation par prothèse amovible et
dispositif obturateur*
Analyse au paralléliseur
Améloplasties
PPAC
Obturateur souple palatin



Généralités

PDS maxillaire

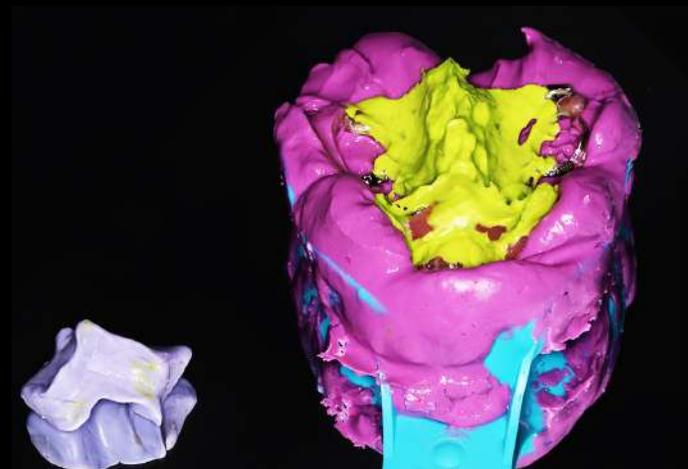
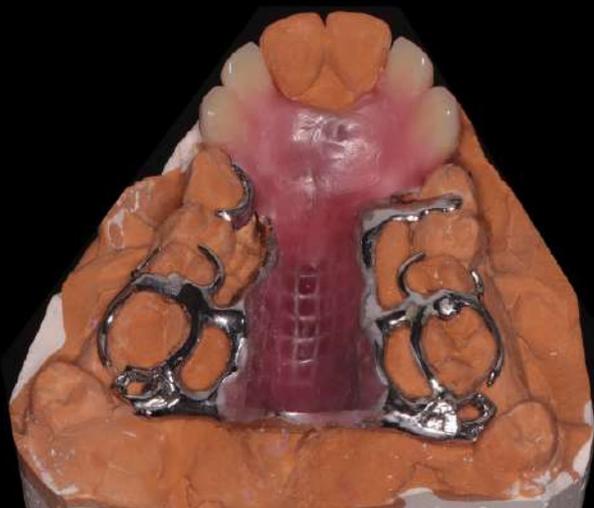
Séquence thérapeutique



Généralités

PDS maxillaire

Séquence thérapeutique



Généralités

PDS maxillaire

Séquence thérapeutique



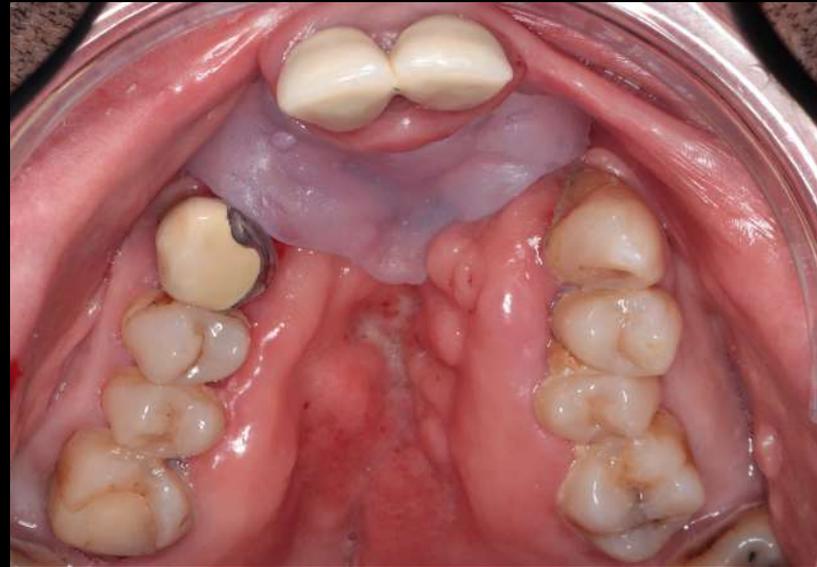
CdP



Généralités

PDS maxillaire

Séquence thérapeutique



Généralités

PDS maxillaire

Médecine orale personnalisée



Obturbateur dynamique (classes I, II)



Obturbateur statique (classes III, IV, V)



PDS acquises

Maxillectomies



Généralités

PDS maxillaire

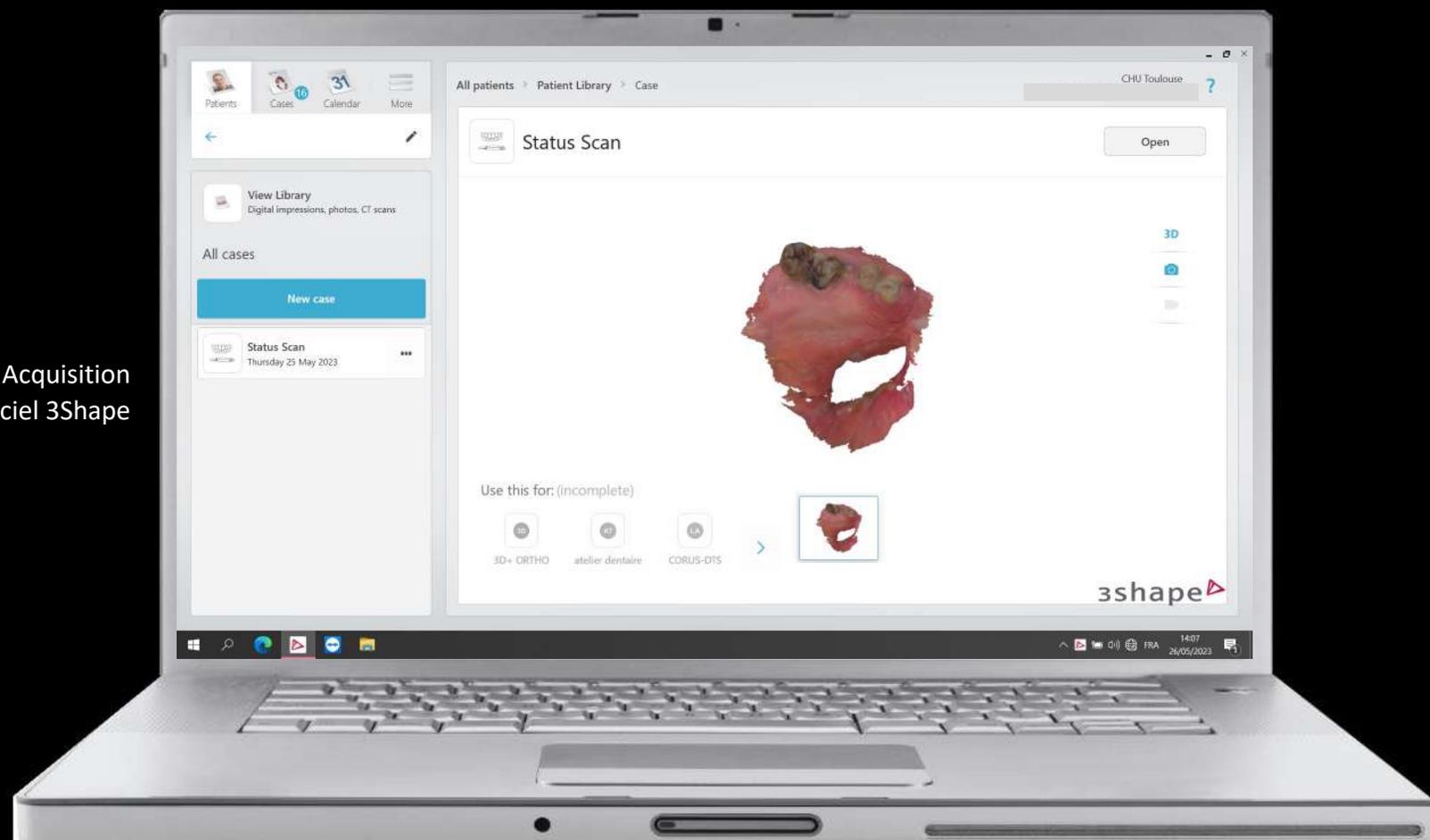
PDS acquises

Approche numérique

Empreinte optique
Trios (3Shape)



Acquisition
logiciel 3Shape



Généralités

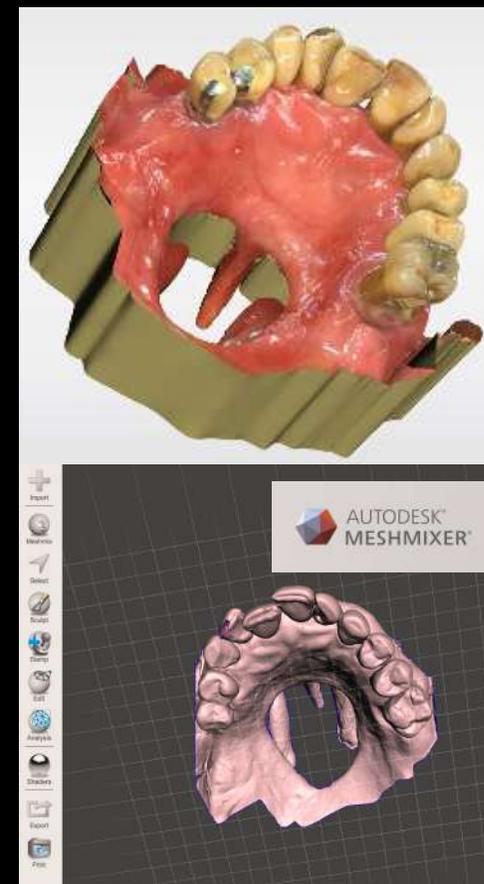
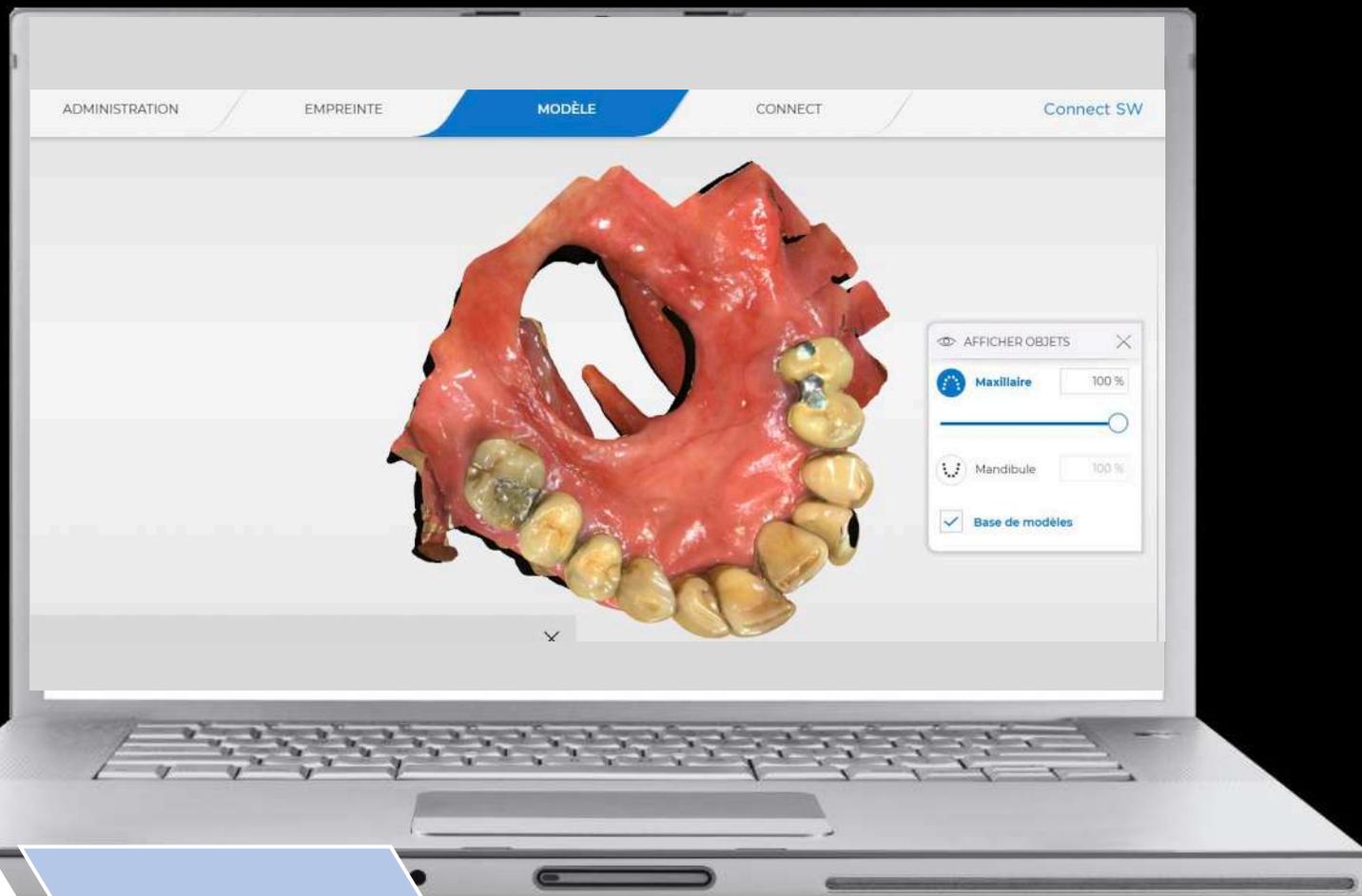
PDS maxillaire

PDS acquises

Approche numérique

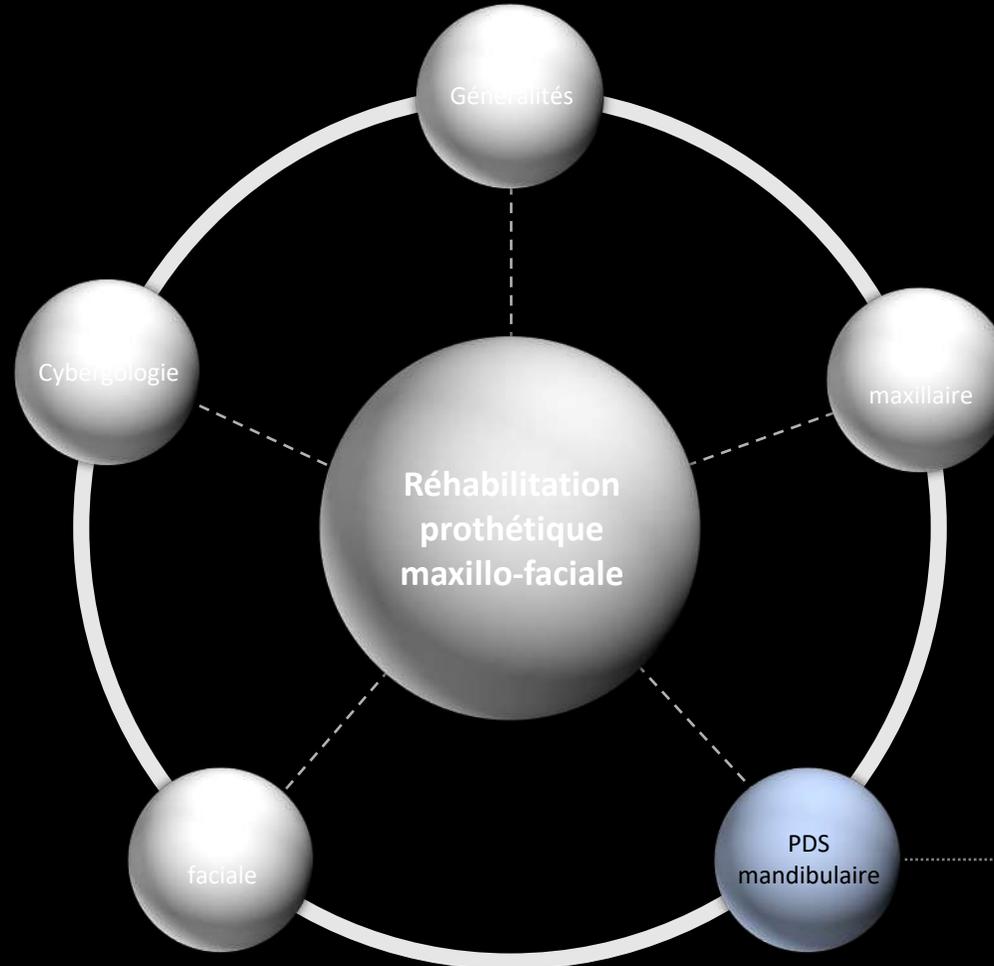
Empreinte optique
Primescan

Acquisition
logiciel Cerec



Généralités

PDS maxillaire



PDS acquises

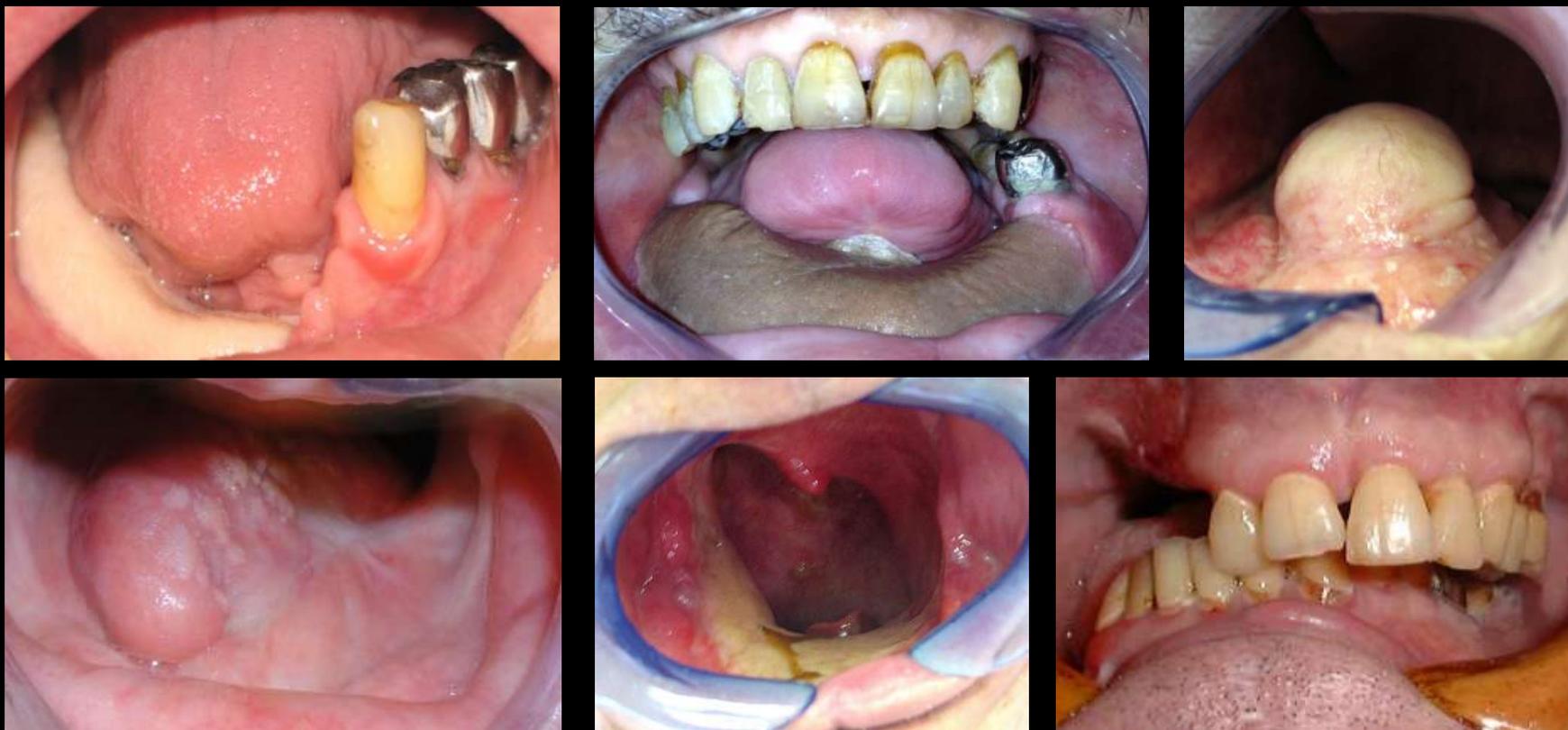
Pelvi-glosso-mandibulectomies interruptrices
Intérêts de l'EMG et tracking

Généralités

PDS maxillaire

PDS mandibulaire

Situations cliniques

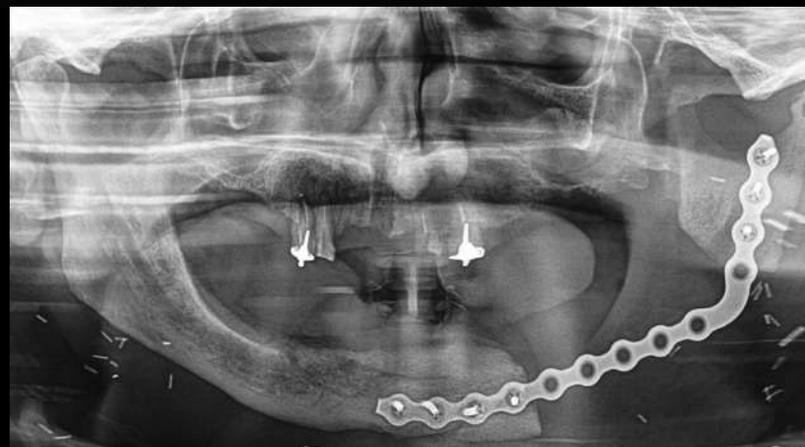
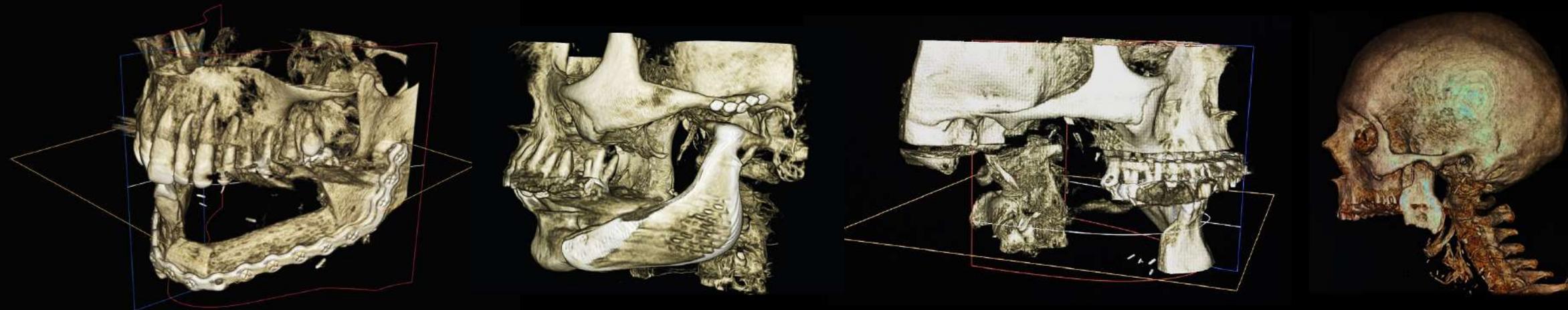


Généralités

PDS maxillaire

PDS mandibulaire

Situations cliniques



Généralités

PDS maxillaire

PDS mandibulaire

Approche numérique

Electromyographie de surface

MAC_{1a}

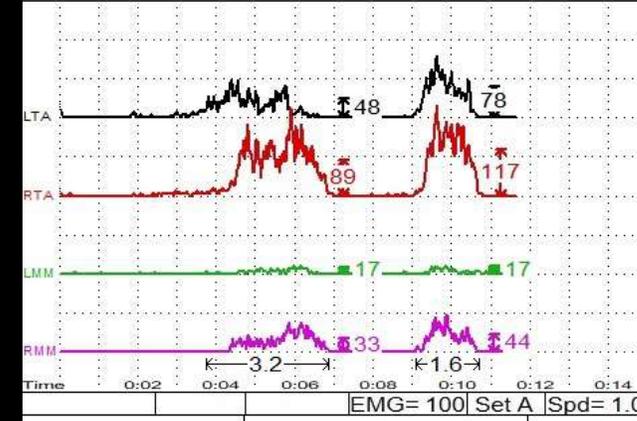
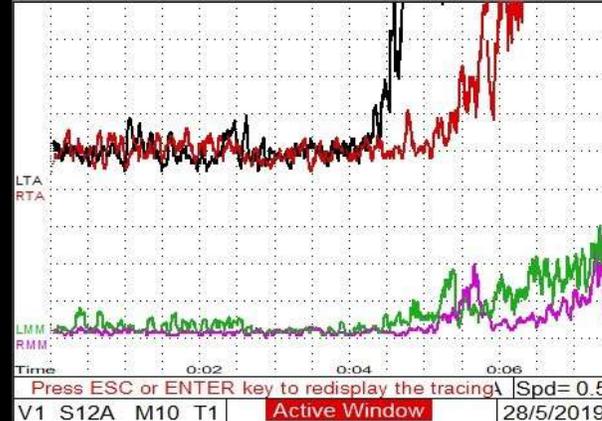
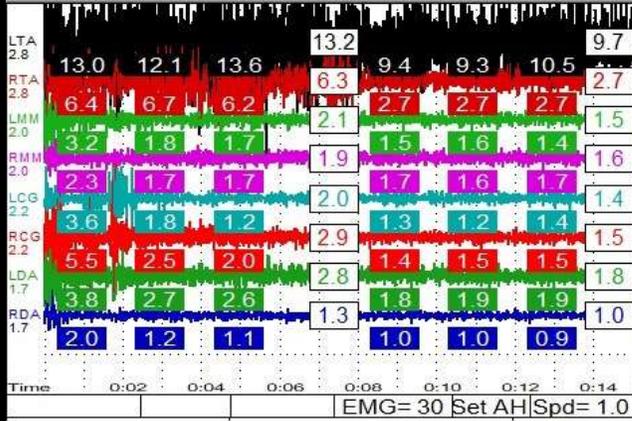
Activité musculaire tonique posturale

MAC_{1b}

Evaluation du synchronisme de contraction

MAC_{1c}

Evaluation de la force de contraction



Généralités

PDS maxillaire

PDS mandibulaire

Destruhaut F, Rignon-Bret C, Dubuc A, Hennequin A, Pomar P, Combadazou JC, Hourset M, Naveau A. Surface electromyography and mandibular motion recording input in prosthetic rehabilitation of segmental mandibulectomy: the MAC2 protocol. International Journal of Maxillofacial Prosthetics 2022;4:47-54.

Approche numérique

Enregistrement électronique de la cinématique mandibulaire

MAC_{2a}

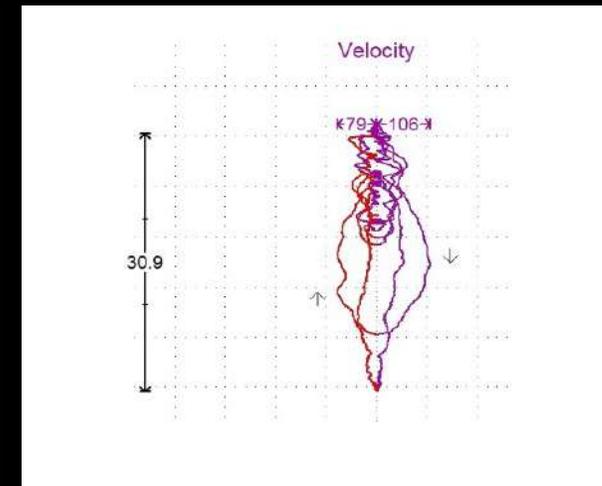
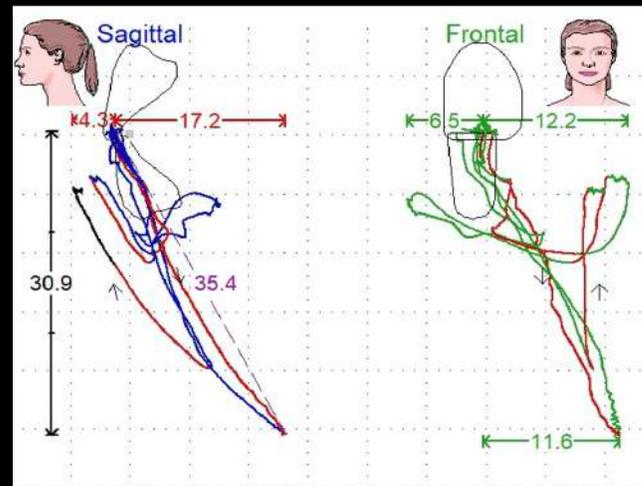
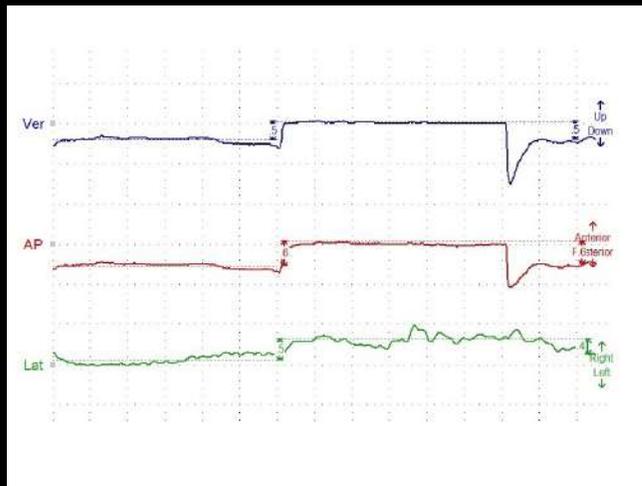
Espace libre d'inocclusion physiologique
Déglutition

MAC_{2b}

Amplitude des mouvements mandibulaires
(ouverture maximale, propulsion, latéralités)

MAC_{2c}

Vitesse d'exécution
(ouverture et fermeture buccale)



Généralités

PDS maxillaire

PDS mandibulaire

Proposition thérapeutique

Dispositif-guide Cernea & Ponroy
Kinésithérapie maxillo-faciale
Rééducation linguale

Rééducation
maxillo-faciale

Reconstruction
prothétique

Prothèse amovible partielle à châssis

Généralités

PDS maxillaire

PDS mandibulaire

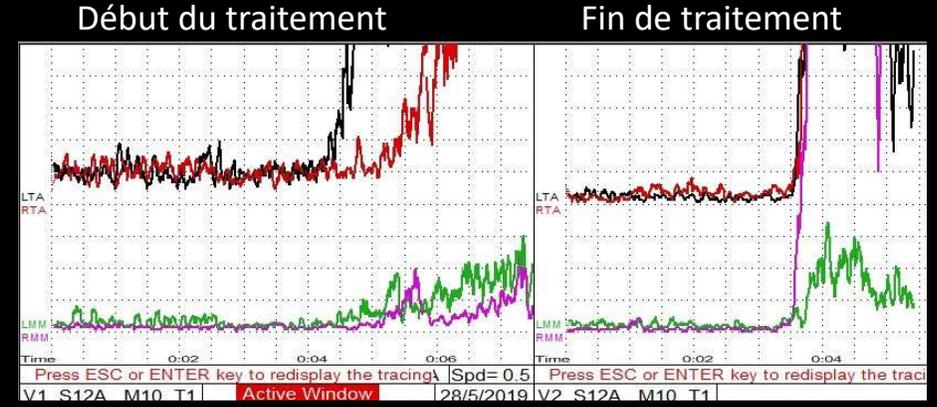
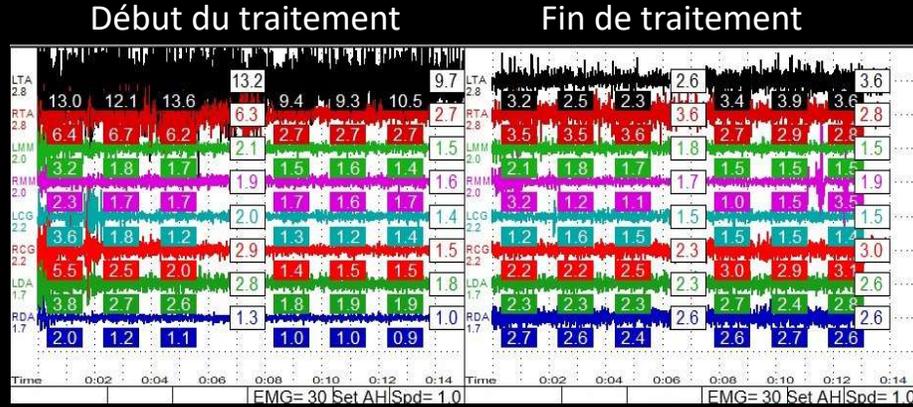


Destruhaut F, Rignon-Bret C, Dubuc A, Hennequin A, Pomar P, Combadazou JC, Hourset M, Naveau A. Surface electromyography and mandibular motion recording input in prosthetic rehabilitation of segmental mandibulectomy: the MAC2 protocol. International Journal of Maxillofacial Prosthetics 2022;4:47-54.

Intérêts du numérique

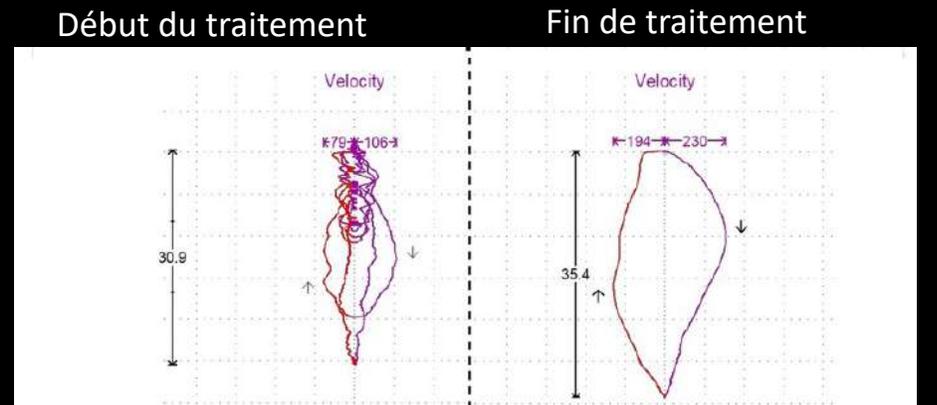
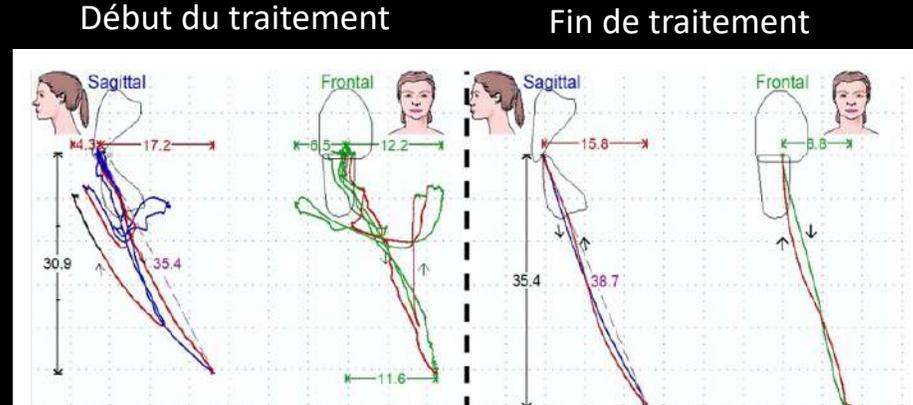
Mac1 Protocol (muscular activity)

Electromyographie



Mac2 Protocol (mandibular cinematics)

Tracking mandibulaire

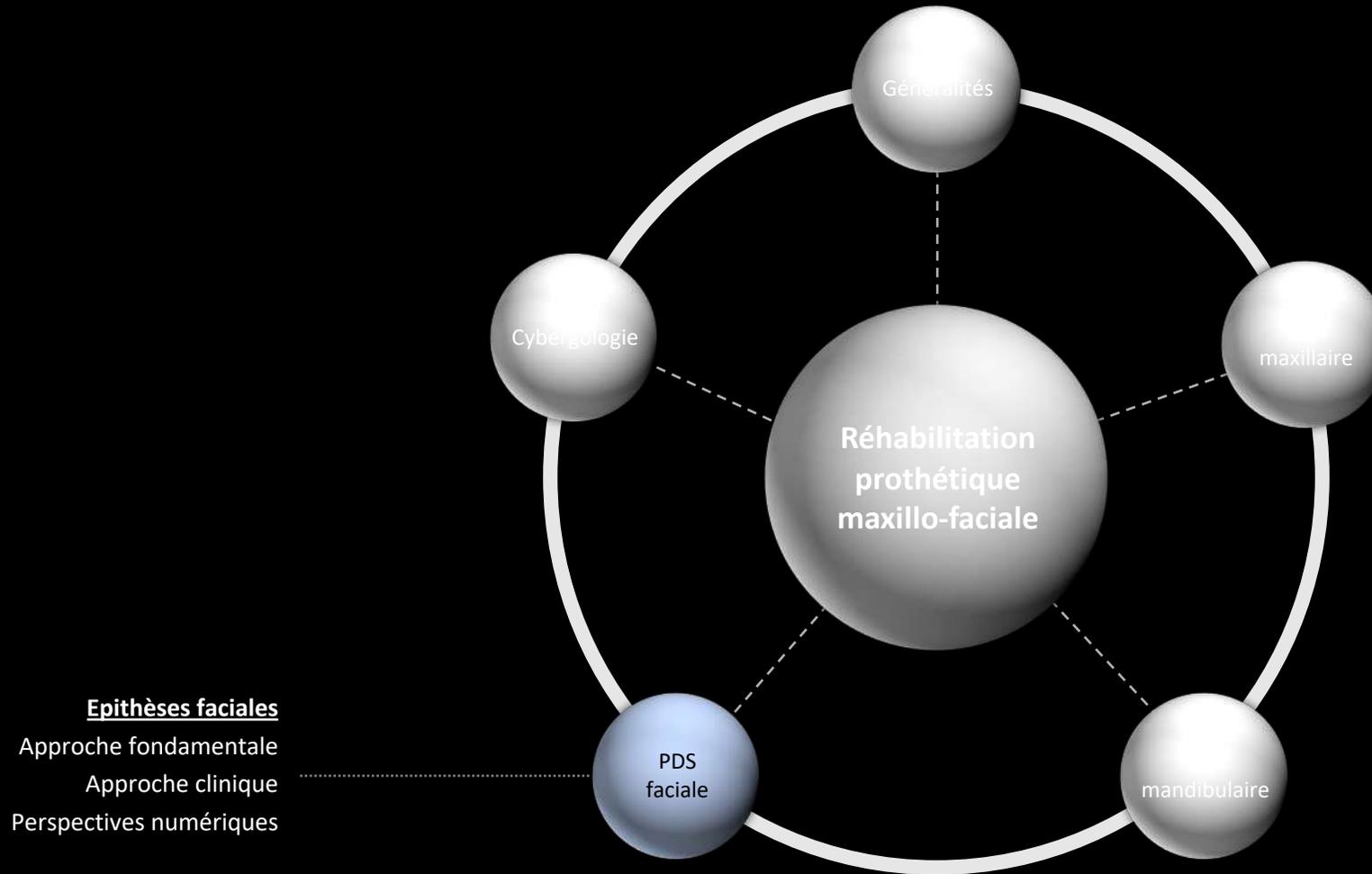


Généralités

PDS maxillaire

PDS mandibulaire

Destruhaut F, Rignon-Bret C, Dubuc A, Hennequin A, Pomar P, Combadazou JC, Hourset M, Naveau A. Surface electromyography and mandibular motion recording input in prosthetic rehabilitation of segmental mandibulectomy: the MAC2 protocol. International Journal of Maxillofacial Prosthetics 2022;4:47-54.



Généralités

PDS maxillaire

PDS mandibulaire

PDS faciale

Epithèses faciales

Approche psycho-sociale

Champs identitaires :

- face à Face
- Face à l'autre
- Face aux autres

Organes artificiels de la face :

- Hybridation
- Interface tissus vivants et artificiels
- « Pallier un handicap d'apparence »



Généralités

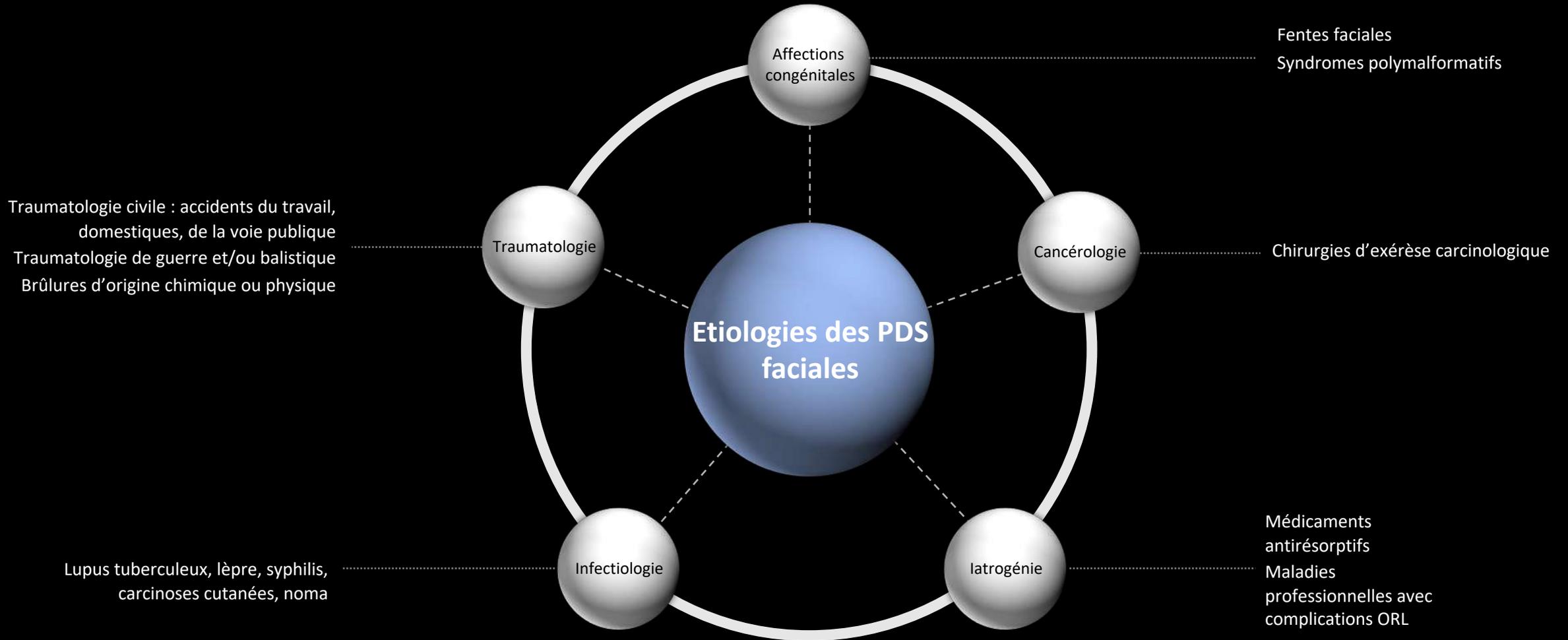
PDS maxillaire

PDS mandibulaire

PDS faciale

Epithèses faciales

Etiopathogénie



Généralités

PDS maxillaire

PDS mandibulaire

PDS faciale

Epithèses faciales

Méthodologie clinique

Moyens et éléments de fixation



Éléments Anatomiques

*Zones rétentives des cavités
d'exérèse*



Moyens chimiques

Adhésif



Moyens chirurgicaux

Implantologie extra-orale

Généralités

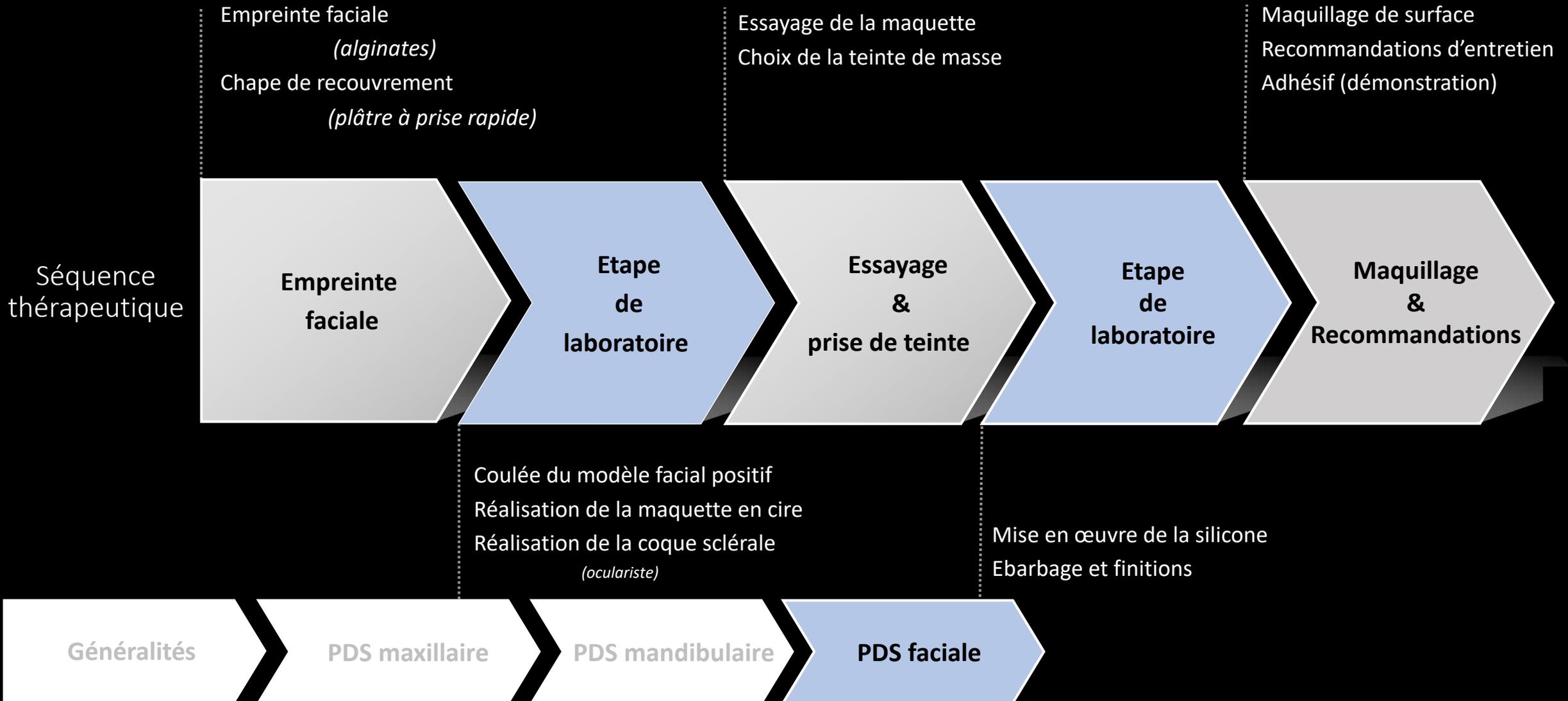
PDS maxillaire

PDS mandibulaire

PDS faciale

Epithèses faciales

Cas clinique (méthode traditionnelle)



Epithèses faciales

Cas clinique (méthode traditionnelle)

Séquence
thérapeutique

Réalisation de la maquette en cire
Inclusion de la coque sclérale



Essayage de la maquette
Choix de la teinte de masse



Mise en moufle
Mise en œuvre de la silicone teintée
Retrait des ébarbures, finitions



Généralités

PDS maxillaire

PDS mandibulaire

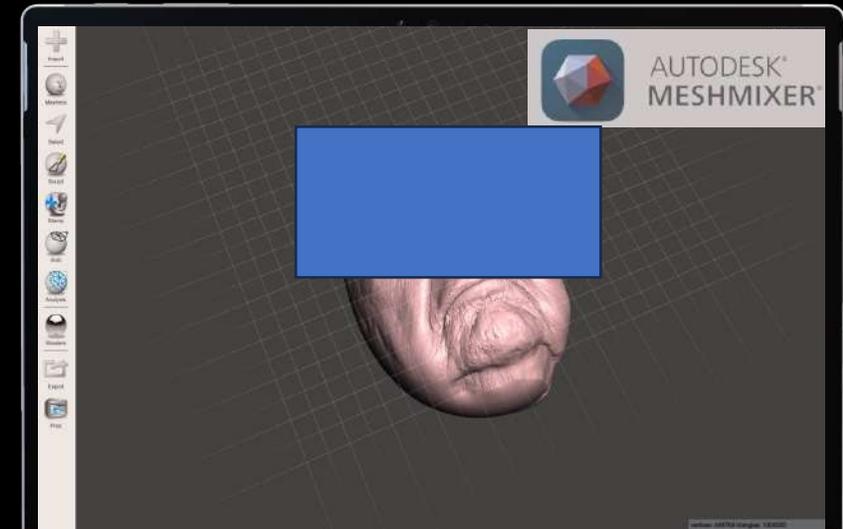
PDS faciale

Epithèses faciales

Flux numériques

Logiciel d'acquisition et de traitement de l'empreinte

Autres procédés de traitement numérique de l'empreinte
(intérêt : préparation d'un modèle facial en vue d'une impression 3D)



Généralités

PDS maxillaire

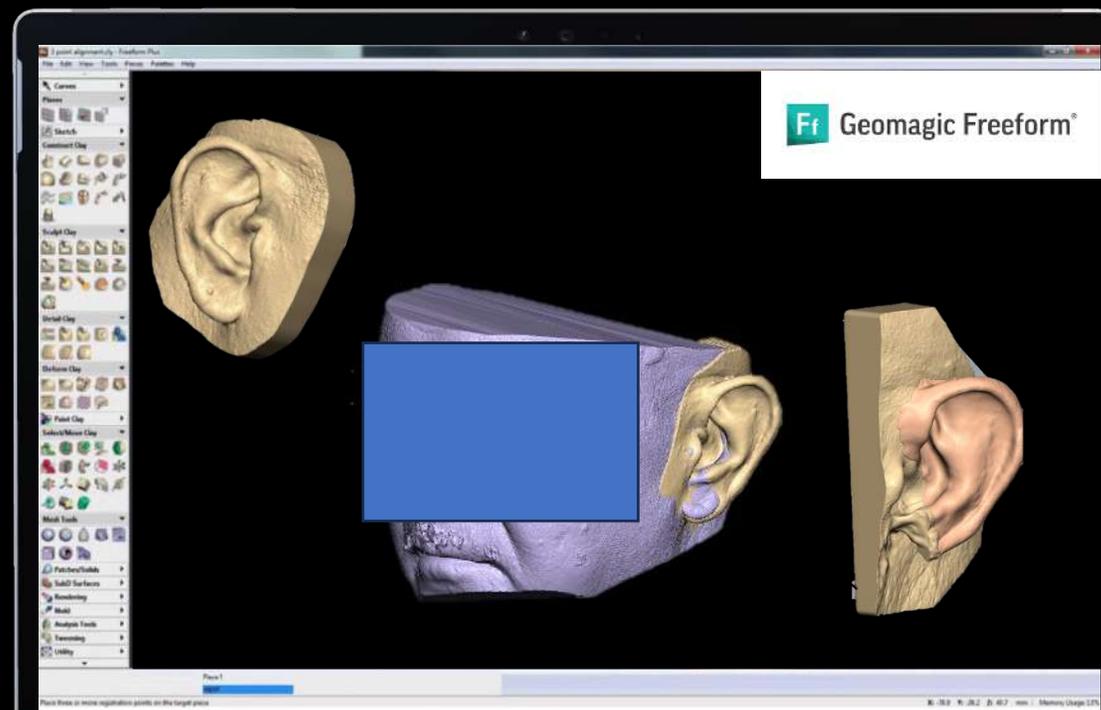
PDS mandibulaire

PDS faciale

Epithèses faciales

Flux numériques

Logiciel de conception



3D SYSTEMS
Bras à retour d'effort Freeform Touch

Généralités

PDS maxillaire

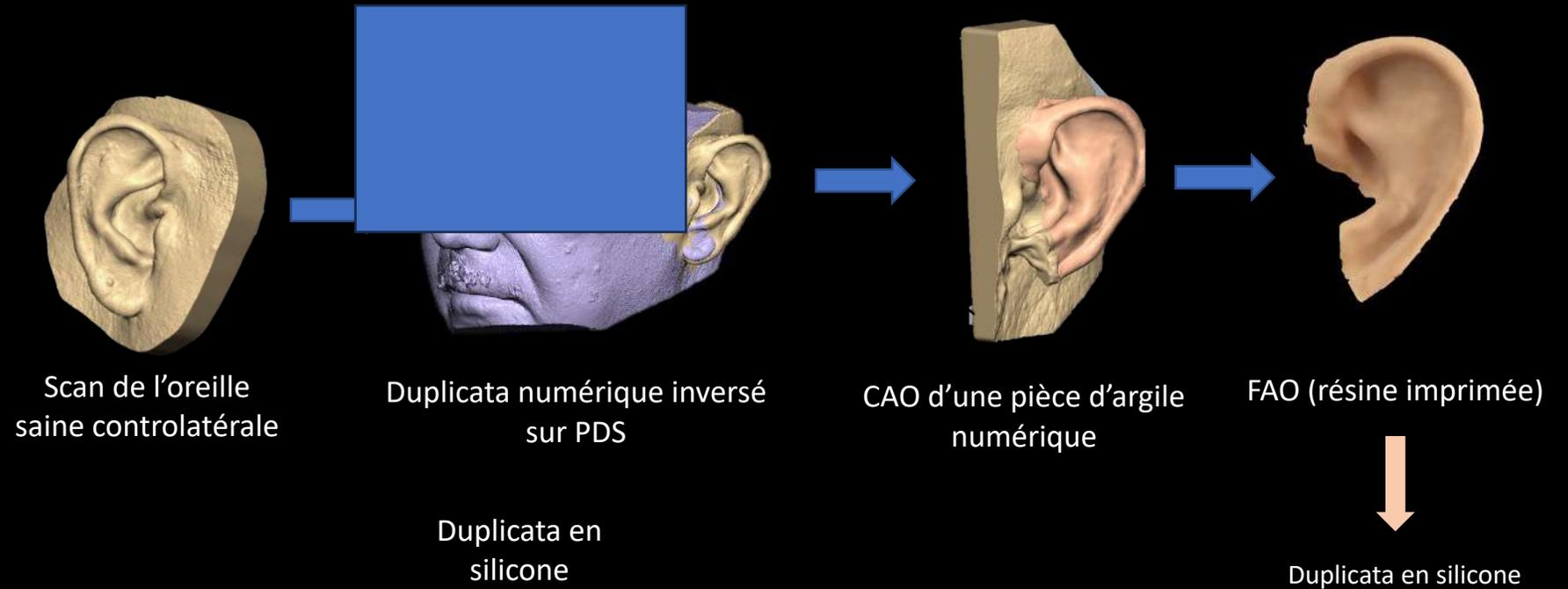
PDS mandibulaire

PDS faciale

Epithèses faciales

Flux numériques

Synthèse des flux numériques actuels
Epithèse du pavillon de l'oreille



Généralités

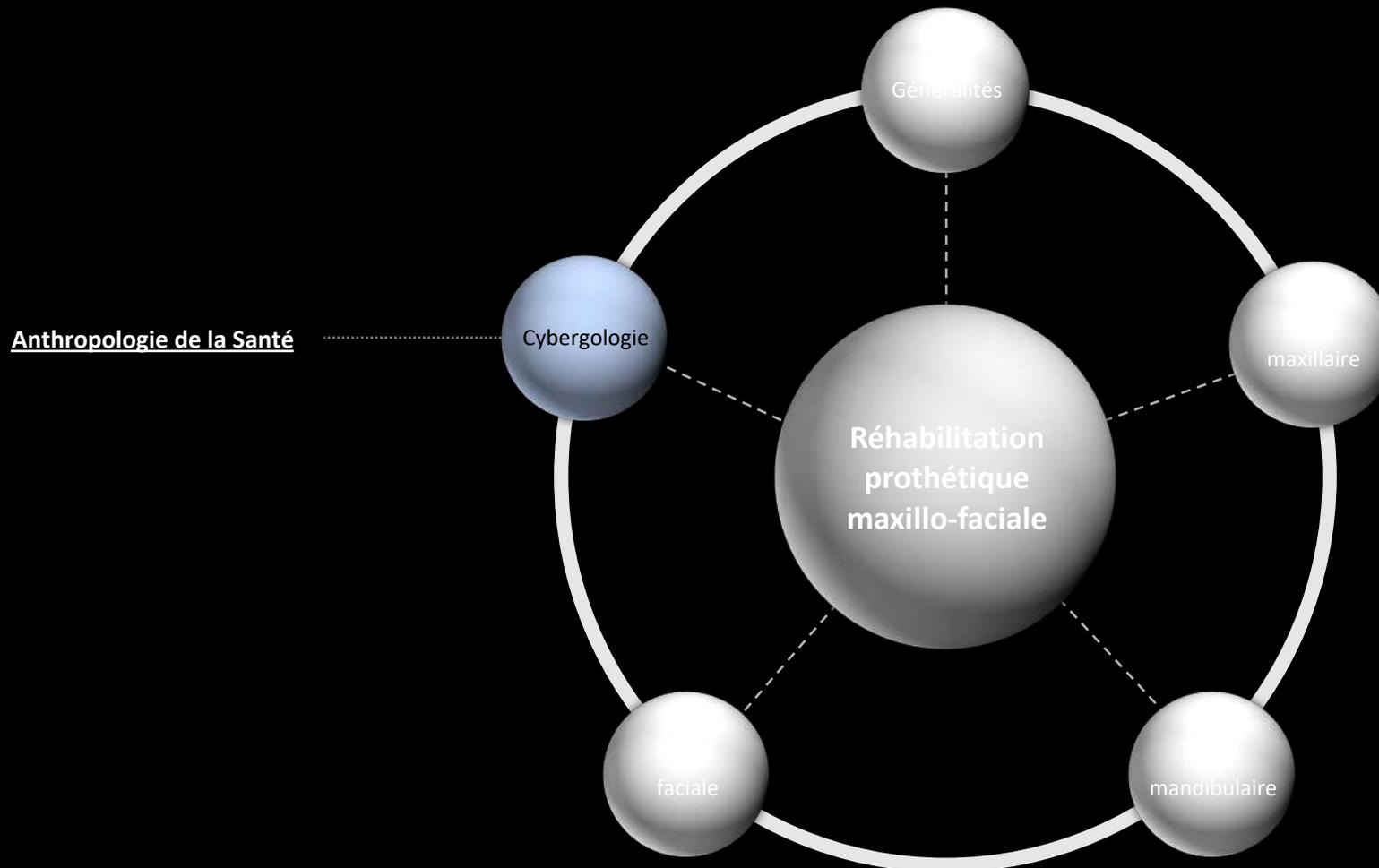
PDS maxillaire

PDS mandibulaire

PDS faciale



Equipe de prothèse maxillo-faciale - CHU Rangueil
Mr Toulouse (épithésiste), Pr Destruhaut, Pr Pomar



Généralités

PDS maxillaire

PDS mandibulaire

PDS faciale

Cybergologie

International Journal of Maxillofacial Prosthetics (IJMP)

REVIEW ARTICLE

Cyborgology and bioprinting: The biotechnological future of maxillofacial rehabilitation

Adrien Naveau, DDS, PhD^{1,2}, Raven Smirani, DDS^{3,4}, Mariclé Remy⁵, Philippe Pomar⁶, Florent Destruhaut, DDS, PhD^{2,7}

¹ Department of Prosthodontics, Dental Science Faculty, University of Bordeaux, France.
² Center and Parasuderal Rehabilitation Unit, Saint André Hospital, Bordeaux University Hospital, Bordeaux, France.
³ BioTis Laboratory, INSERM U1025, University of Bordeaux, France.
⁴ Department of Periodontology, Dental Science Faculty, University of Bordeaux, France.
⁵ Department of Prosthodontics, Dental Science Faculty, University of Toulouse, France.
⁶ Maxillofacial Prosthetics Unit, Rangueil Hospital, Toulouse, France.
⁷ CASI Laboratory (Social Anthropology Center), UMR 5103, University of Toulouse, France.

ARTICLE INFO

Keywords: Maxillofacial prosthetics, biotechnology, trends.

Corresponding Author: Dr Adrien Naveau, Unit 66 rehabilitation center at parodontologie, Hôpital Saint André, 1 Rue Jean Durgat, 33000 Bordeaux, France.
 Phone: +33 5 57 62 34 34
 email: adrien.naveau@u-bordeaux.fr

Received 02 October 2019
 Received in revised form 20 October 2019
 Accepted 02 November 2019

INTRODUCTION

For a long time, maxillofacial prosthetics (MP) main driving force has remained its symbiotic relationship with maxillofacial surgery.¹ Indeed, surgical considerations have always led maxillofacial rehabilitation, while MP has stood as the alternative, the complementary and restable option that fits the gap left beyond the limits of surgery. The rationale behind that trend is the patient's preference for a definitive surgical treatment over a "provisional" removable prosthesis. However, the current MP evolution is now driven by the development of materials (polymers, metals or ceramics) and technologies (computer-aided design/rapidly-assisted manufacturing, robotics...)²⁻⁴. Thus the field of conventional MP is evolving, benefiting from the rise of converging technologies, such as nanotechnology, biotechnology, informatics and cognitivism (NBCI). The future of maxillofacial rehabilitation is no longer mulling from reparative to regeneration, even though fulfilling the patient's expectations for definitive treatments. Beyond the

future regenerated patient stands the improved patient, the "transhuman" with additional biotechnological features, in a perfect symbiosis of surgery and prosthetics, marrying tissues and frameworks, cells and scaffolds.

MAXILLOFACIAL CYBORGOLGY

The first direction for the MP evolution is the association of machine and man to create cyborgs. The term "cyborgology" was coined by neurophysiologist Manfred Clynes in the 1960s, and was reintroduced into the scientific literature following the work of Donna Haraway, biologist, anthropologist and philosopher, in its *Cyborg Manifesto*.⁵ More recently, scientist Jean-Claude Heudin proposed an exhaustive classification of cybotomic phenotypes and analogous prothes, from robots to avatars, that includes living statures, clones and mechas.⁶ In this classification, cyborgs are subdivided into two categories of cybotomic organisms: robotic and biological. Robotic

Maxillofacial prosthetics now benefit from the growing advances in converging technologies, such as nanotechnology, biotechnology, informatics and cognitivism (NBCI). Instead of being tied and passive, prosthetics can now create true neurophysiological interactions with their wearers through complex phenomena of hybridization and awareness. These new devices get closer to "maxillofacial artificial prostheses", by improving the work perception through restored sensory properties and new extra-sensory properties. These technological devices also benefit from the bioprinting revolution that will soon allow the bioprinting of graft prostheses with an adequate integration to the organic maxillofacial support. In this article, the authors would like to present some major advances in cyborgology and bio-printing in maxillofacial rehabilitation contexts. (*Int J Maxillofac Prosthetics* 2019; 1:20-25)

20 *Int J Maxillofac Prosthetics* 2019; 1:20-25. DOI: 10.26023/ijmp.2019.01

use of sacrificial inks has shown to be effective for designing arteries and muscles. By combining all these techniques, one could in theory obtain the multilayered epithelium, the basal membrane, the soft connective tissue with vessels, the muscles, the soft periosteum and the bone scaffold.

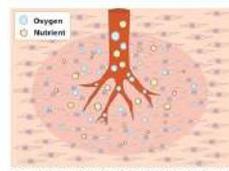


Fig 1. Capillary supply in nutrient and oxygen to the surrounding tissue relies on a limited diffusion. Dark pink: diffusion range.

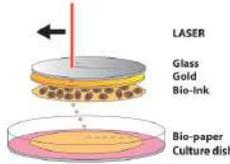


Fig 3. Laser-assisted bioprinting. Nutrients (culture medium) appear in pink, hydrogen in orange, and cells in brown.

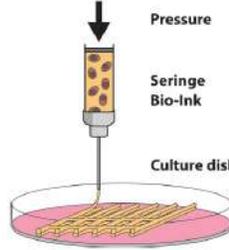


Fig 2. Extrusion-based bioprinting. Nutrients (culture medium) appear in pink, hydrogen in orange, and cells in brown.

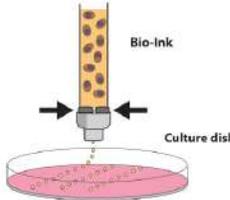


Fig 4. Inkjet bioprinting. Nutrients (culture medium) appear in pink, hydrogen in orange, and cells in brown.

3D bioprinted maxillofacial applications

The bioprinting technologies promise a vast array of potential maxillofacial applications, but their entrance on the healthcare market is undefined.^{7,8} The maturation level of bioprinting technologies is still too low to garner the investment required for proper development and movement to significant clinical trials. Some clinical applications have been described, but rather fall within the scope of 3D printing than of bioprinting, as the inks contained no organic compound.

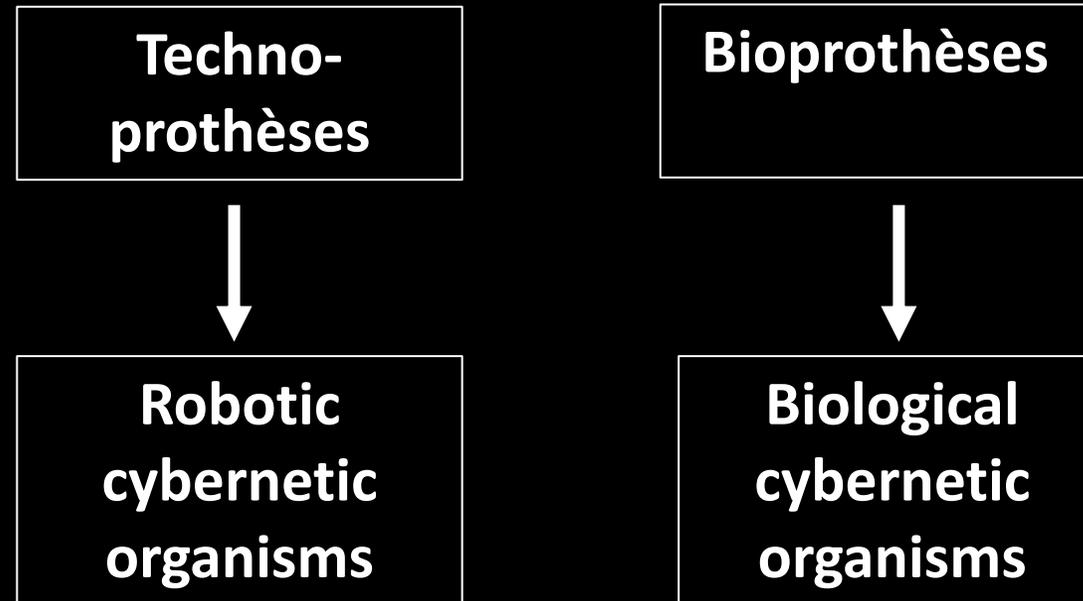
The laser, precisely driven by the computer, hits a metal plate and generates locally a vapor bubble. The underneath bio-ink, composed of a medium with high cell density, is projected down on the substrate. The volume of the droplets is so small that cells can be dropped by group of 4-6. This process is very useful for example for the prevascularization of the construct, as aligning endothelial cells will conduct them to interact and form a capillary-like network. If some other techniques can also be used for printing bio-inks, such as fused deposition modeling or jet-binding (Fig 4). These are often used for printing bone-like scaffold, and in this particular case, can be considered as (mineral) 3D printers rather than (organic) bioprinters. Moreover, the

23 *Int J Maxillofac Prosthetics* 2019; 1:20-25. DOI: 10.26023/ijmp.2019.01

Cybergologie

humain réparé, hybridé, augmenté

Bio-impression et impression 3D



Généralités

PDS maxillaire

PDS mandibulaire

PDS faciale

Cybergologie

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.

Perspectives

Humain réparé, hybridé, augmenté

Développement de la **cybergologie**

(Manfred Clynes et Nathan Schellenberg Kline)

Concepts nouveaux : possibilité de créer des
être **hybrides** avec interfaces
humains/machine

Nécessité de robots ou d'humains augmentés
dans le cadre d'**exploration spatiale**

Cybergologie maxillo-faciale :
Extrasensorialité, **éthique**



Généralités

PDS maxillaire

PDS mandibulaire

PDS faciale

Cybergologie

Merci pour votre attention

Santé

Science

Technologies

Médecine

Numérique

Image : Courtoisie : Frédérique
Ferrand

Réhabilitation maxillo-faciale 2.0