

# Society for Dental Science

24<sup>e</sup> congrès, Yverdon-les-Bains, 28 septembre 2023

## La prothèse maxillo-faciale

Approche clinique et perspectives numériques



### Pr Florent DESTRUHAUT

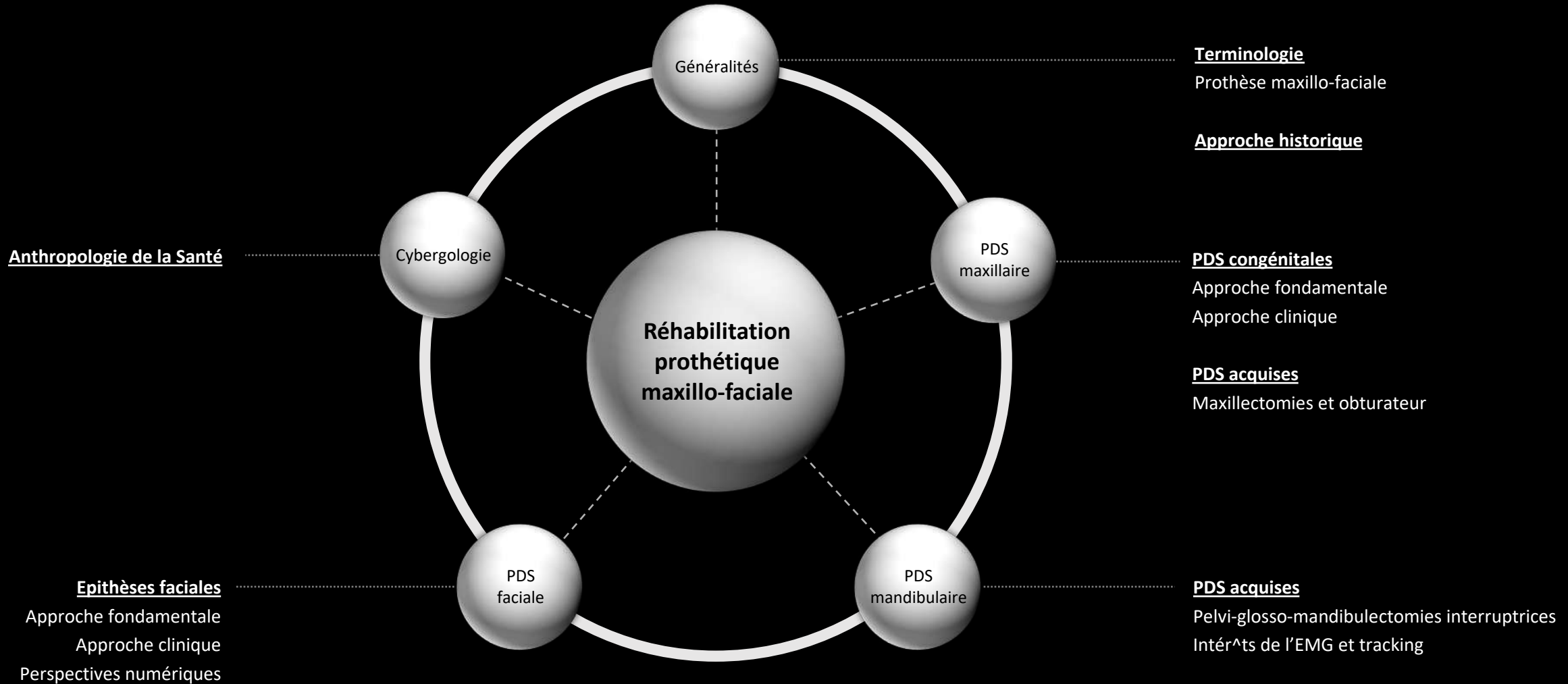
*Professeur des Universités - Praticien Hospitalier  
Directeur adjoint du département d'Odontologie de la Faculté de Santé de Toulouse  
Directeur adjoint de l'unité de recherche universitaire EvolSan (Toulouse III)*

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**

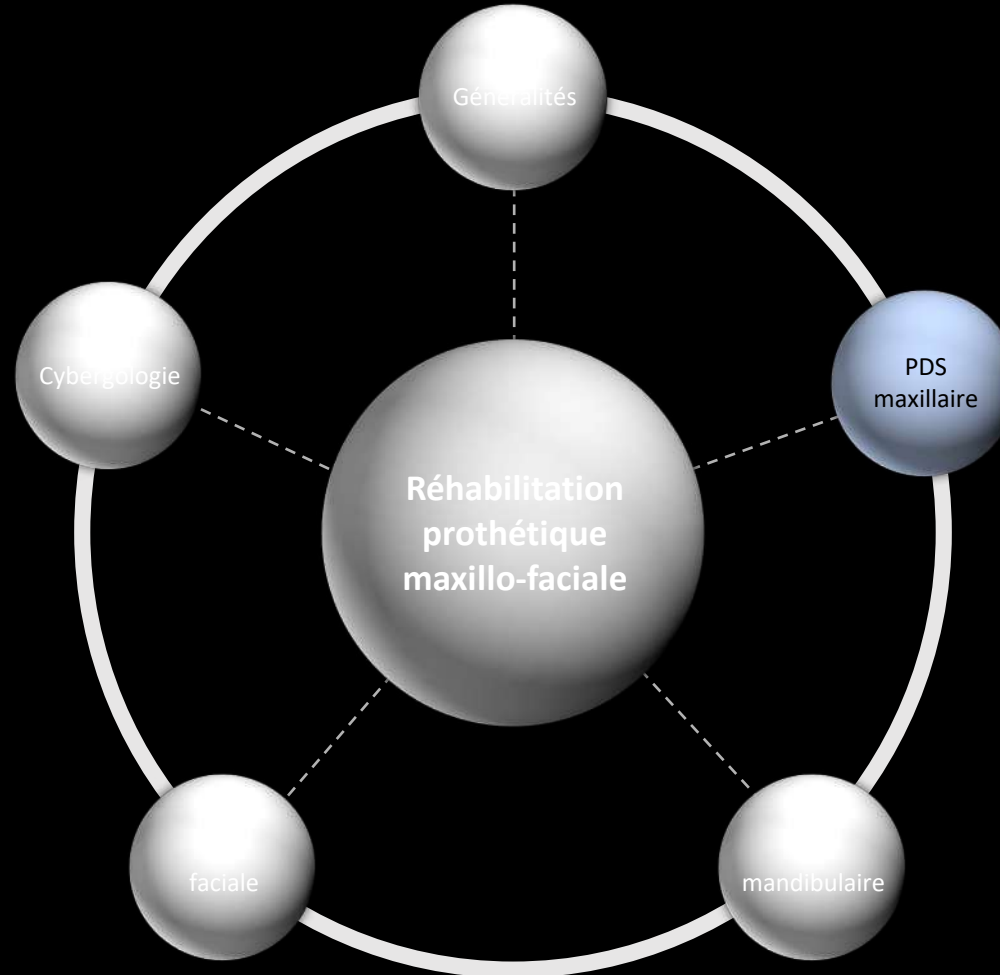
Vigarios-Viste E, Destruhaut F, Toulouse E, Dichamp J, Pomar P.  
*La Prothèse Maxillo-Faciale*, collection Mémento, Paris : CdP, 2015 : 176p.

# 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



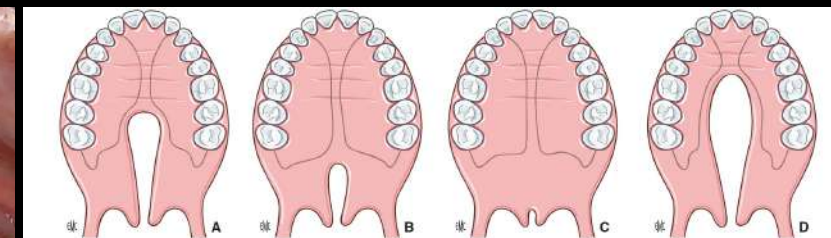
Généralités

PDS maxillaire

# PDS congénitales

## Fente du palais secondaire

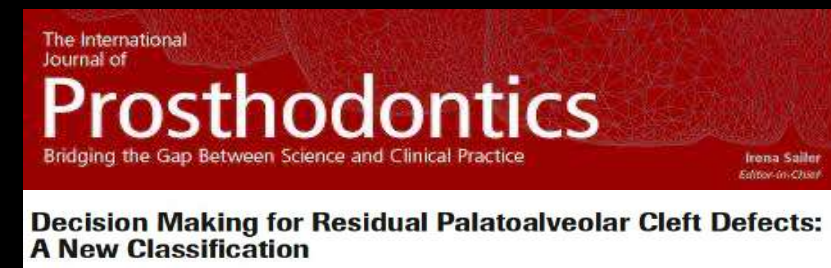
*Malformation congénitale résultant de l'absence de fusion des fragments palatins au cours de l'embryogenèse*



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

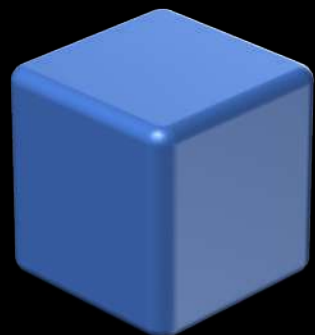
*Dispositif prothétique visant à obturer artificiellement une PDS en vue d'un gain d'étanchéité à des fins fonctionnelles (déglutition, phonation, mastication)*

Généralités

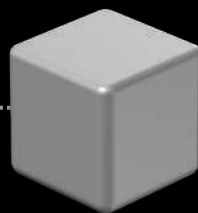
PDS maxillaire



# Examen clinique

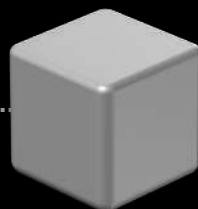


**Fentes résiduelles et séquellaires**



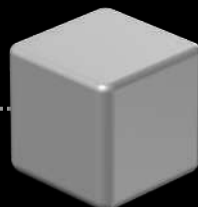
**Fentes vélares et/ou vélo-palatines non opérées**

*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**



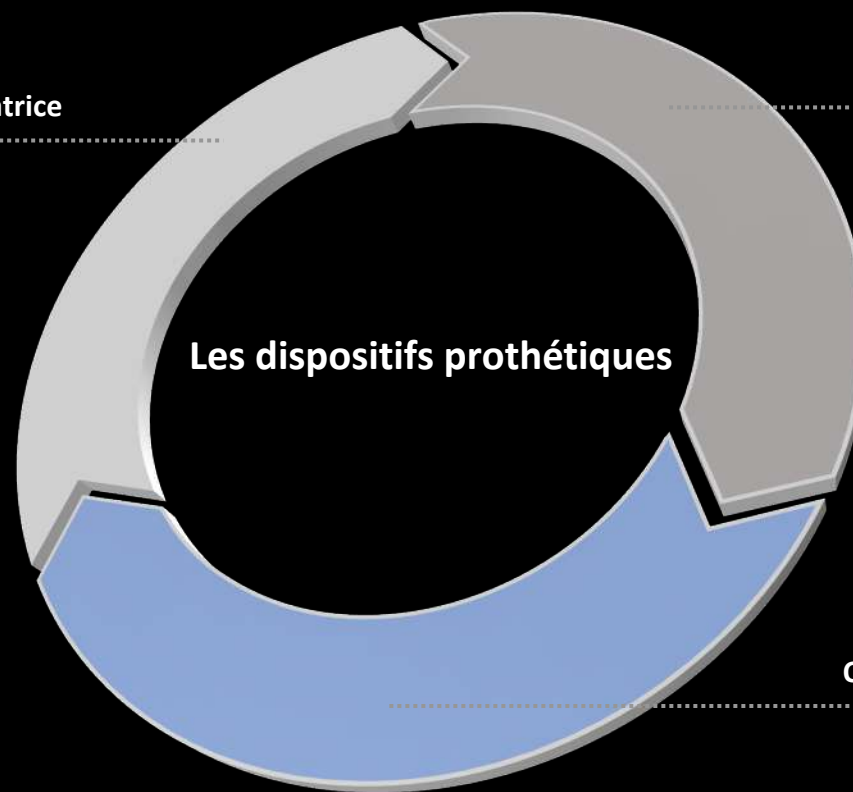
Généralités

PDS maxillaire

# Approche thérapeutique



Plaque obturatrice



Obturateur palatin



Obturateur vélaire



Généralités

PDS maxillaire

# Cas clinique

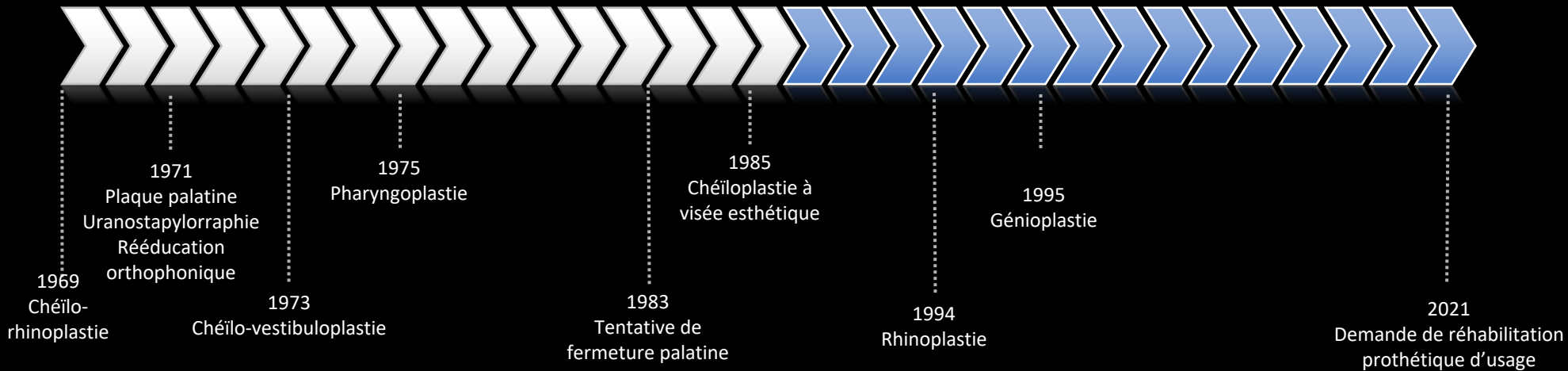
## Cas clinique

- **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 :**

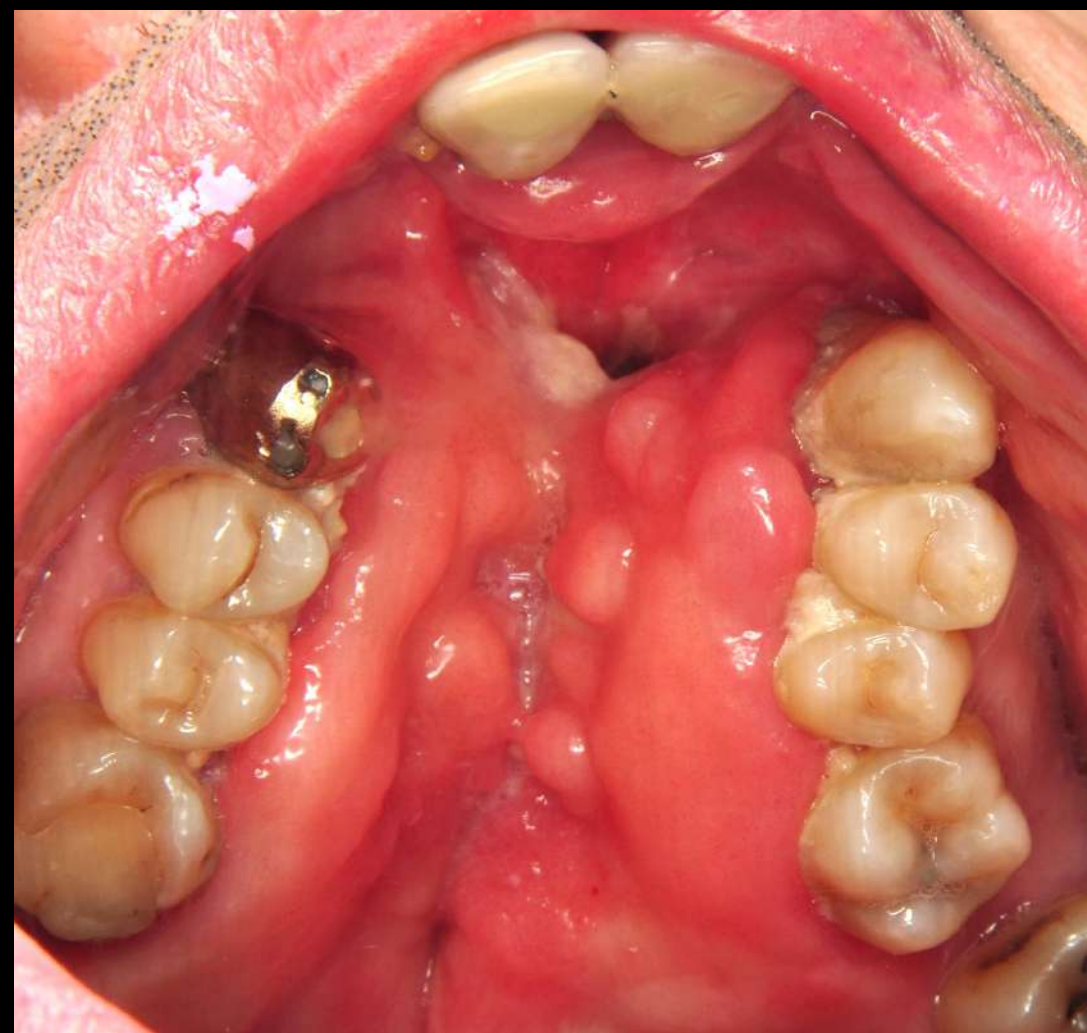
- ✓ Allergie, pathologies générales, traitement médicamenteux : ∅
- ✓ Division labio-alvéolo-vélo-palatine séquellaire



Généralités

PDS maxillaire

# Examen clinique

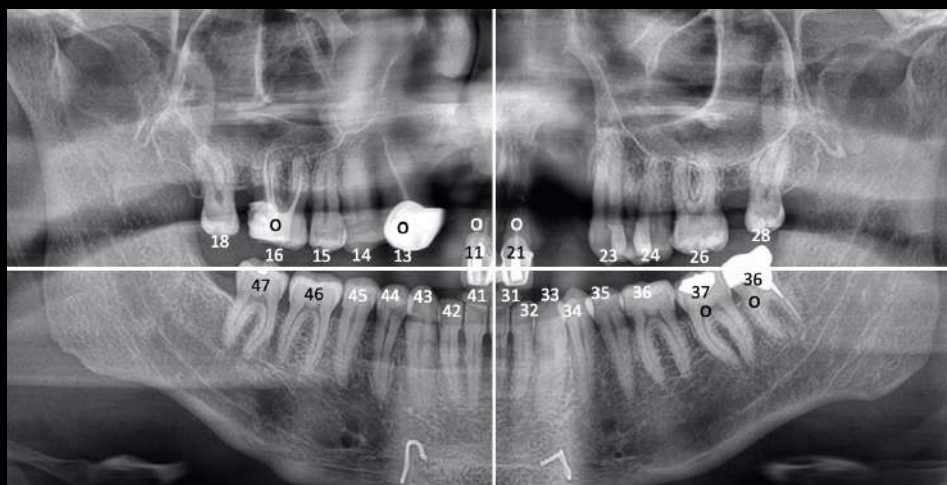


Généralités

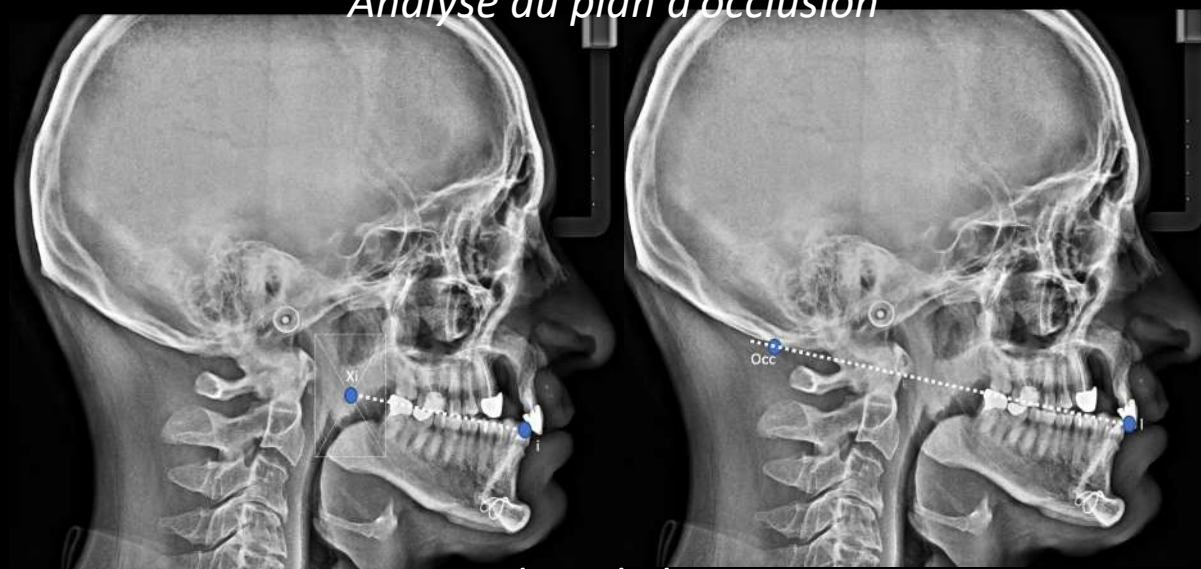
PDS maxillaire



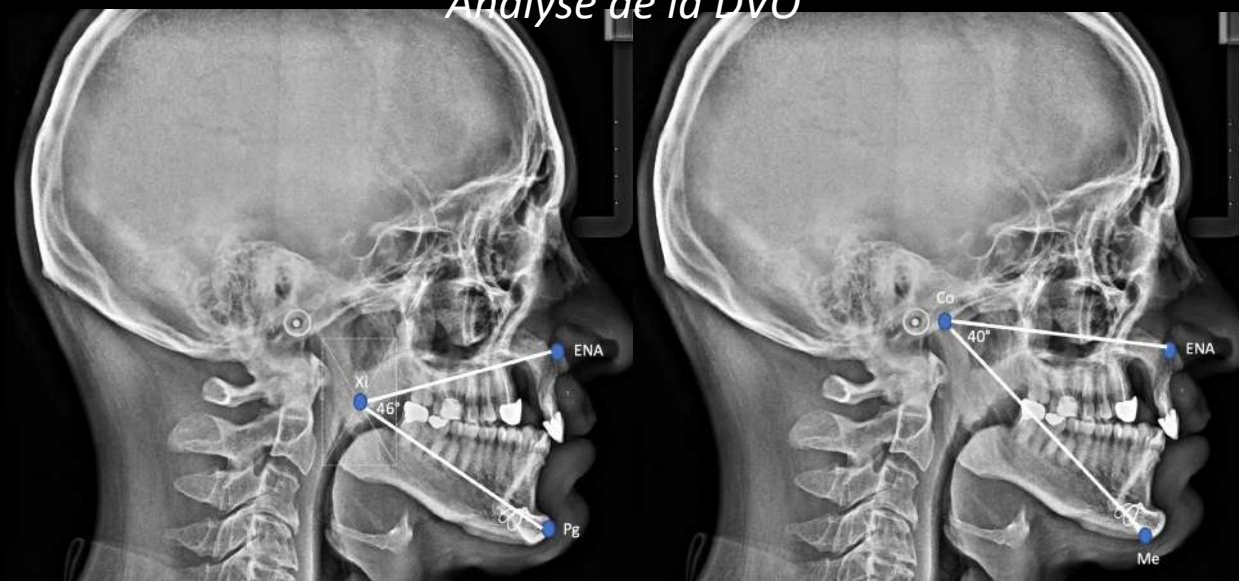
# Examen radiologique



Analyse du plan d'occlusion



Analyse de la DVO



Généralités

PDS maxillaire

# Bilan occlusal sur articulateur

*Analyse préprothétique*



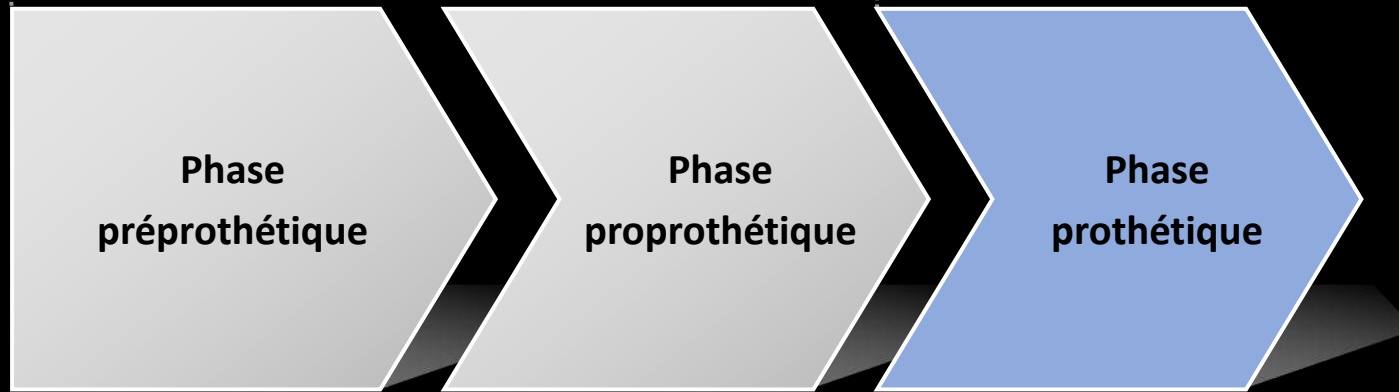
Généralités

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



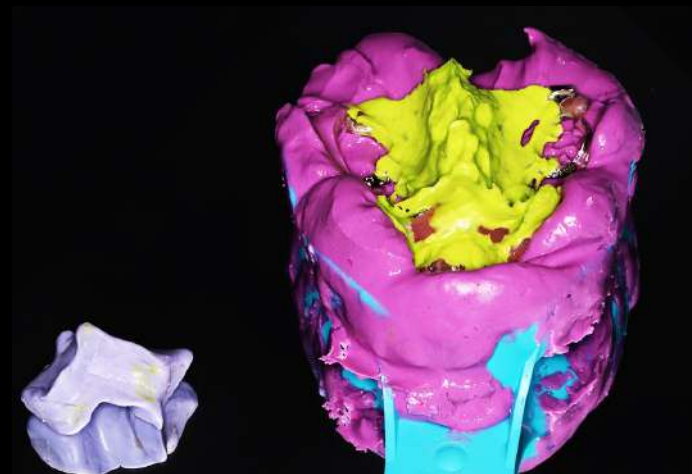
# Séquence thérapeutique



Généralités

PDS maxillaire

# Séquence thérapeutique



Généralités

PDS maxillaire

# Séquence thérapeutique



CdP



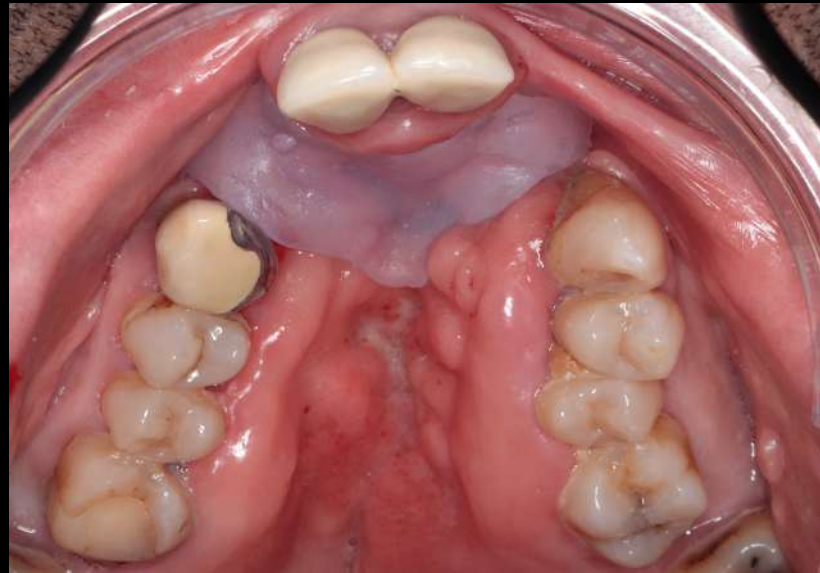
2015

Généralités

PDS maxillaire



# Séquence thérapeutique



Généralités

PDS maxillaire

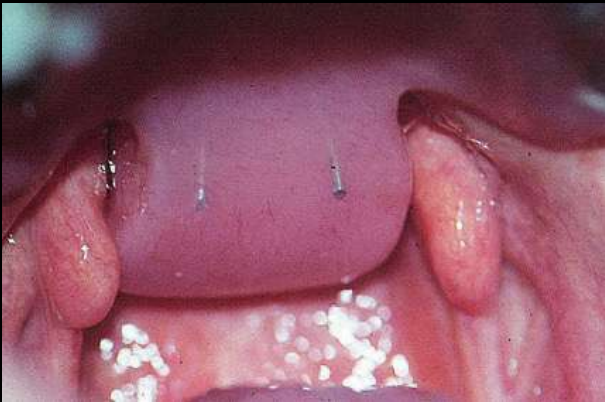
# Médecine orale personnalisée



Obturbateur dynamique (classes I, II)



Obturbateur statique (classes III, IV, V)



Généralités

PDS maxillaire

# PDS acquises

## Maxillectomies



Généralités

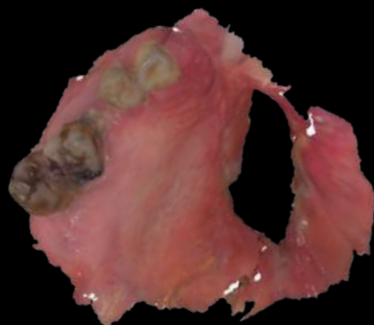
PDS maxillaire



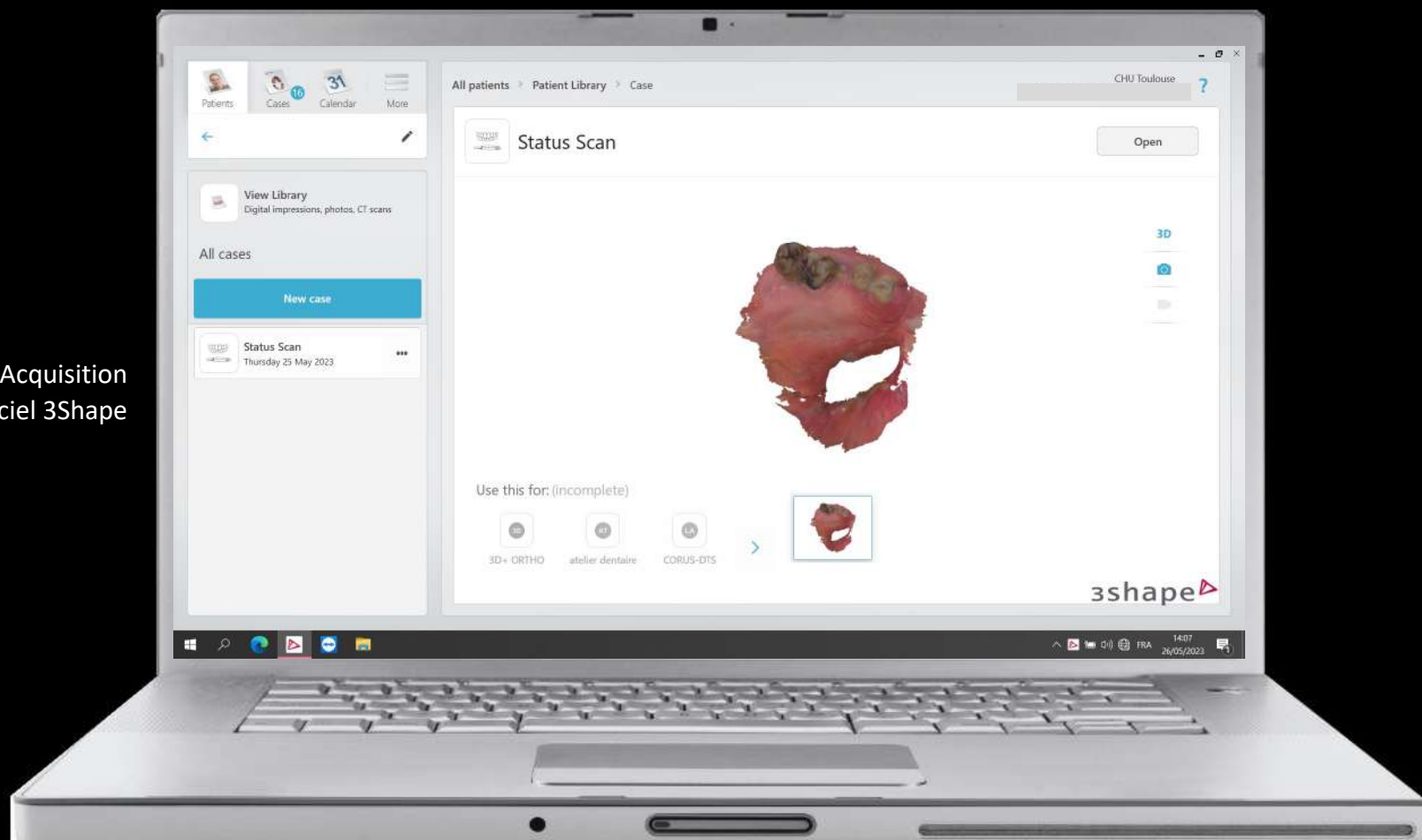
# PDS acquises

Approche numérique

Empreinte optique  
Trios (3Shape)



Acquisition  
logiciel 3Shape



Généralités

PDS maxillaire

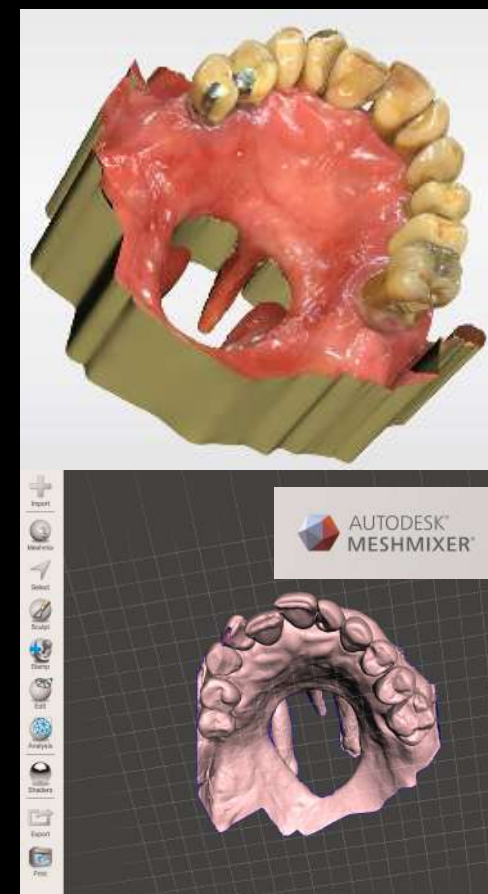
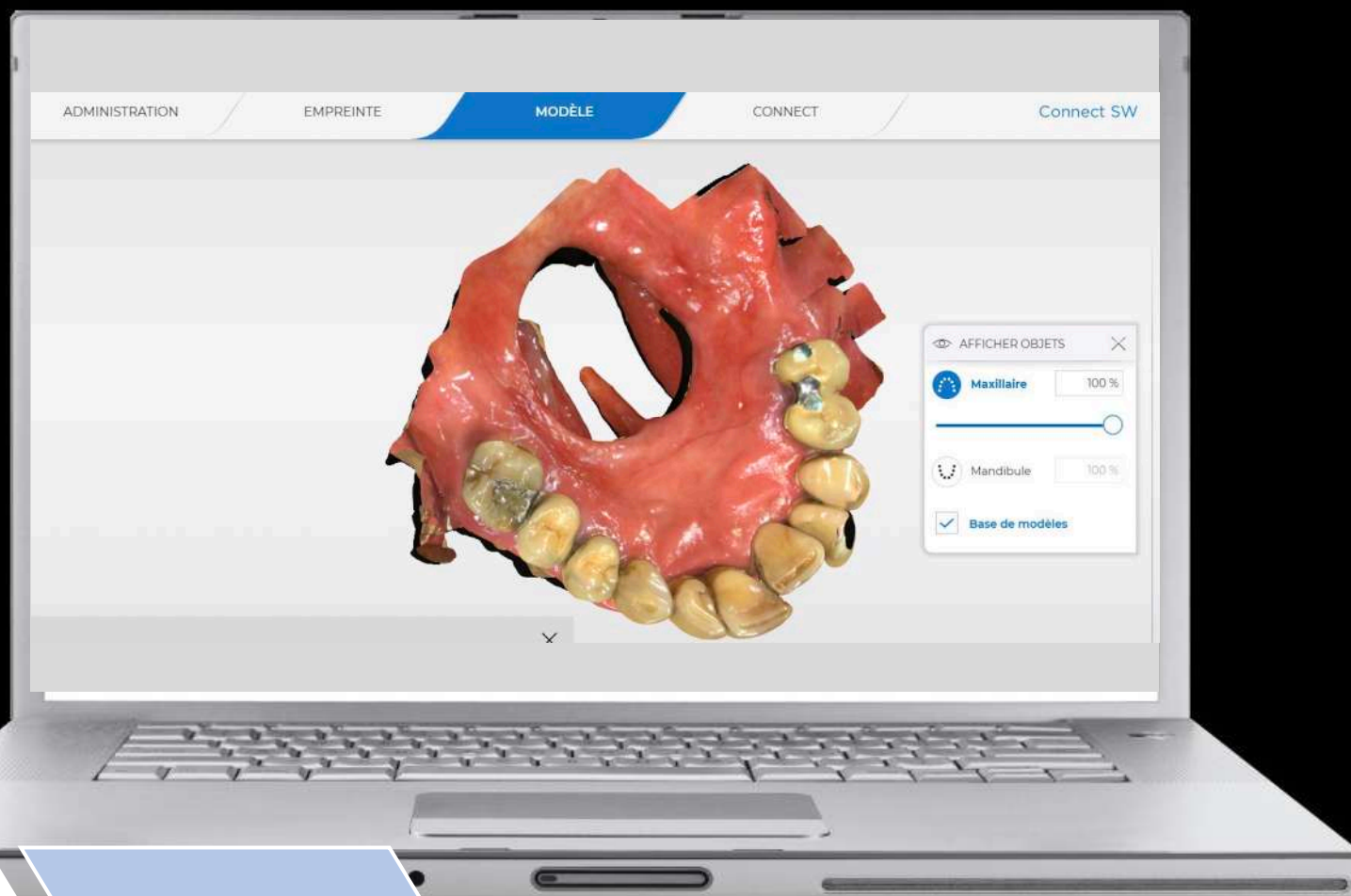


# PDS acquises

Approche numérique

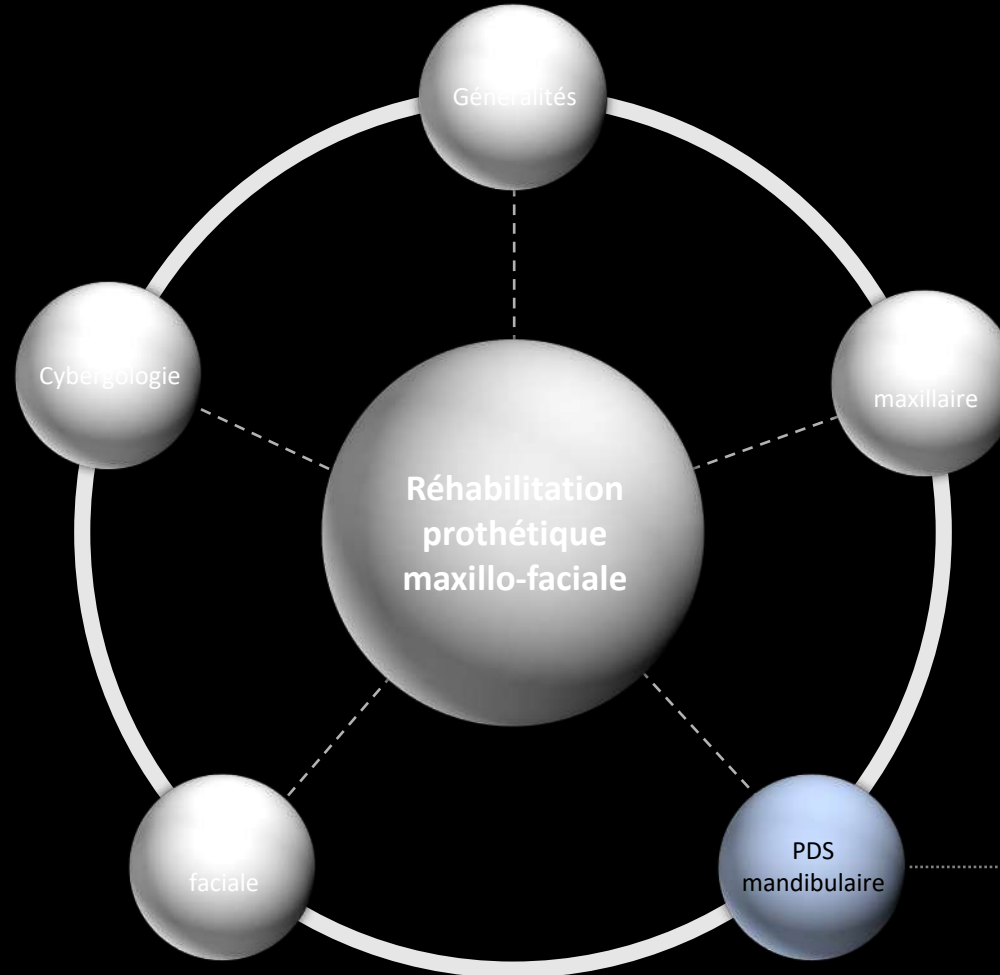
Empreinte optique  
Primescan

Acquisition  
logiciel Cerec



Généralités

PDS maxillaire



**PDS acquises**

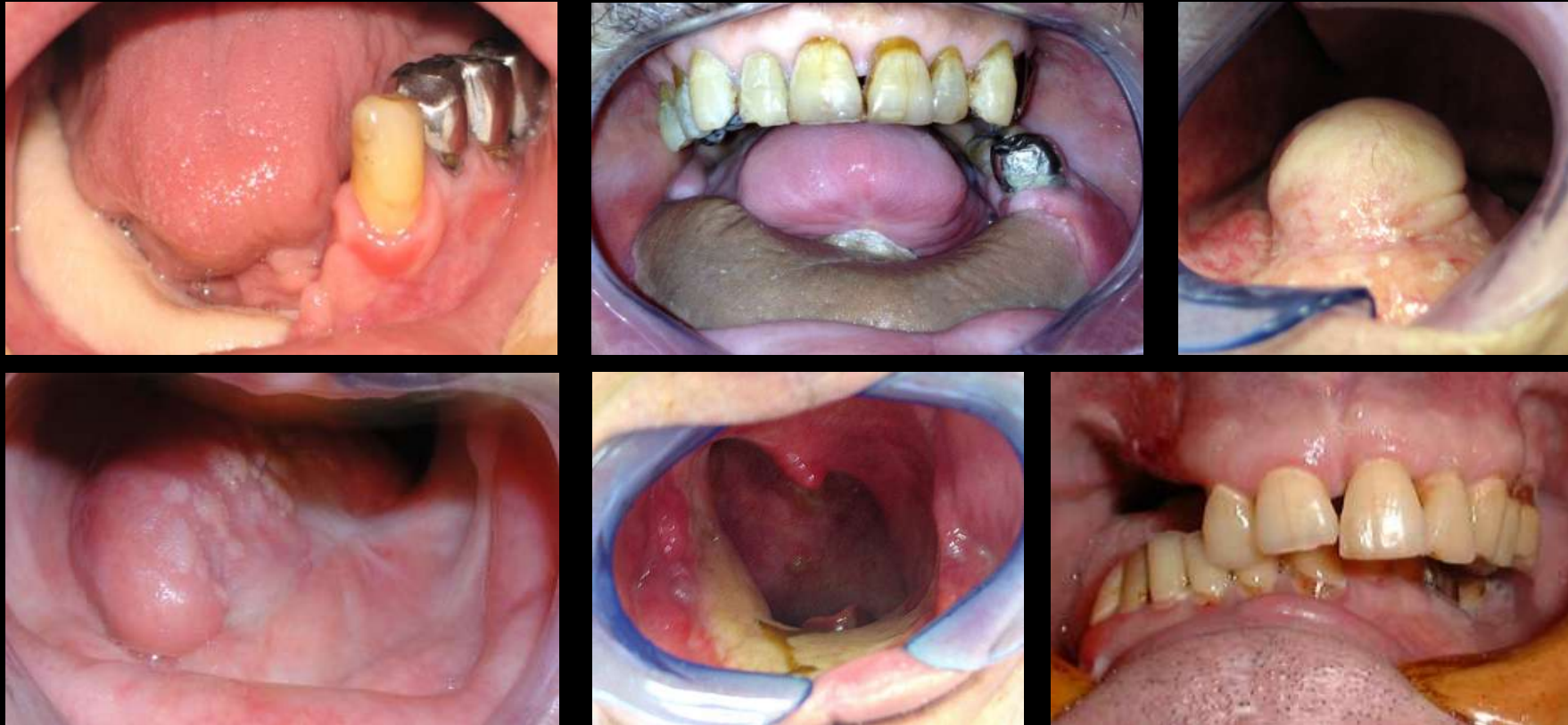
Pelvi-glosso-mandibulectomies interruptrices  
Intérêts de l'EMG et tracking

Généralités

PDS maxillaire

PDS mandibulaire

# Situations cliniques



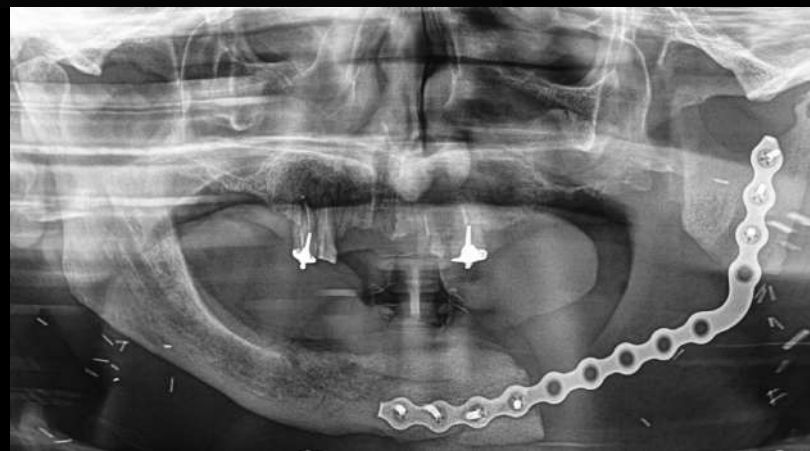
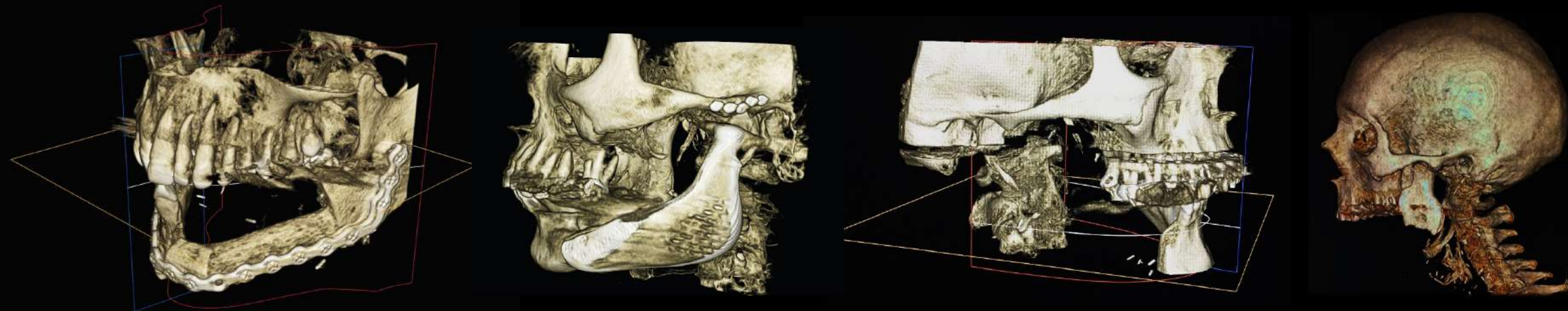
Généralités

PDS maxillaire

PDS mandibulaire



# Situations cliniques



Généralités

PDS maxillaire

PDS mandibulaire

# Approche numérique

## Electromyographie de surface

MAC<sub>1a</sub>

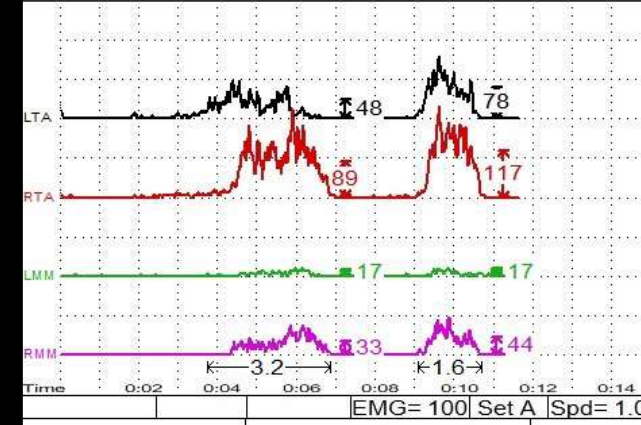
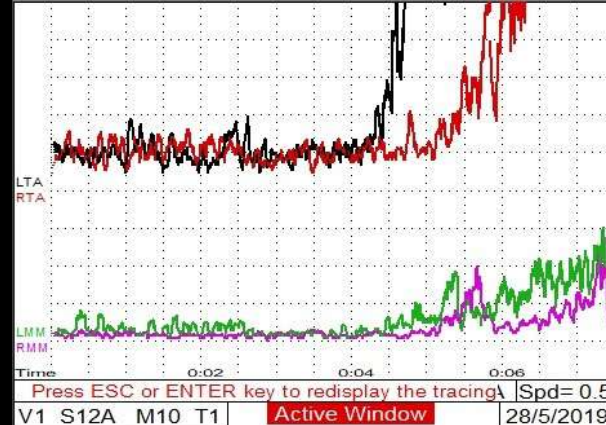
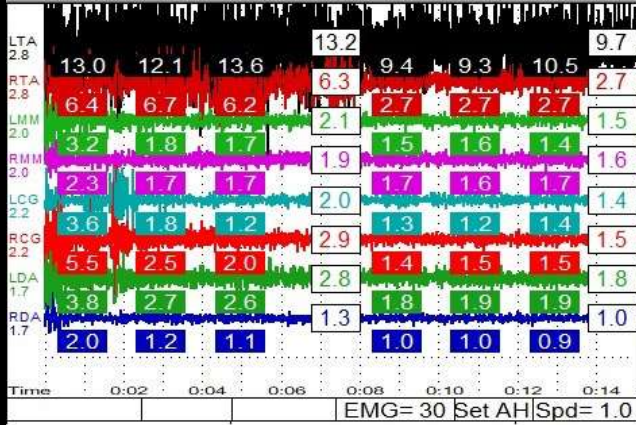
Activité musculaire tonique posturale

MAC<sub>1b</sub>

Evaluation du synchronisme de contraction

MAC<sub>1c</sub>

Evaluation de la force de contraction



Généralités

PDS maxillaire

PDS mandibulaire

# Approche numérique

## Enregistrement électronique de la cinématique mandibulaire

MAC<sub>2a</sub>

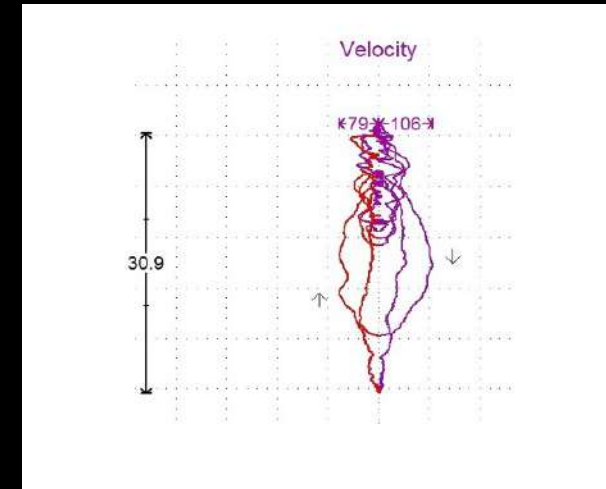
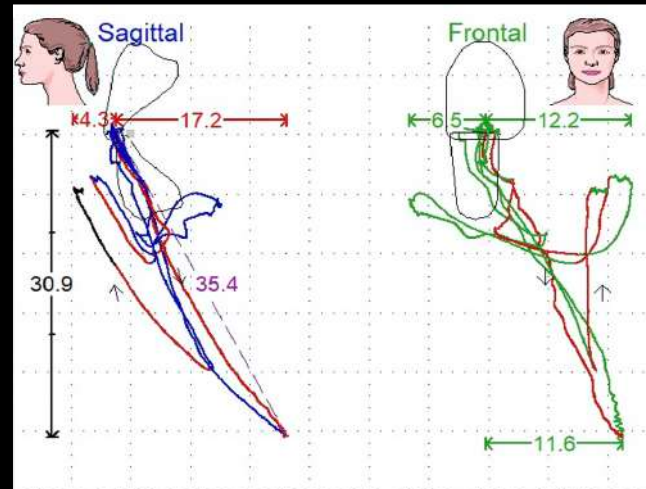
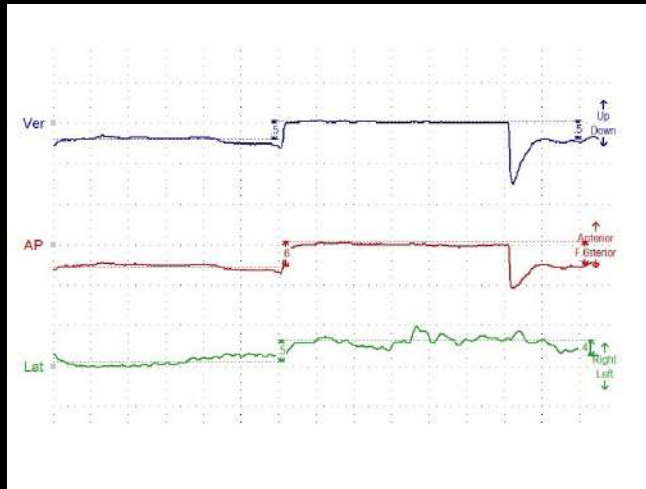
Espace libre d'inocclusion physiologique  
Déglutition

MAC<sub>2b</sub>

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

MAC<sub>2c</sub>

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.

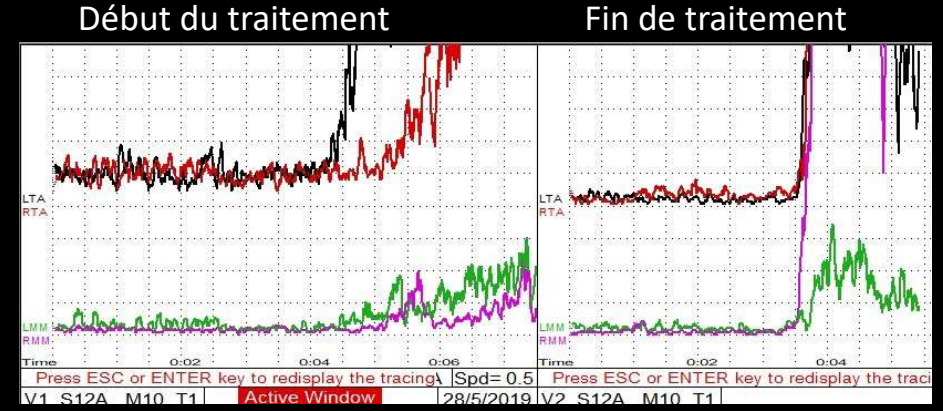
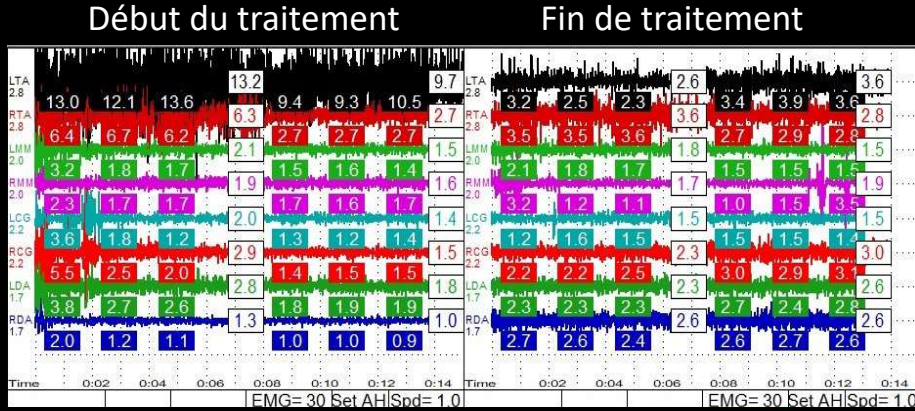
International Journal of Maxillofacial Prosthetics 2022;4:47-54.



# Intérêts du numérique

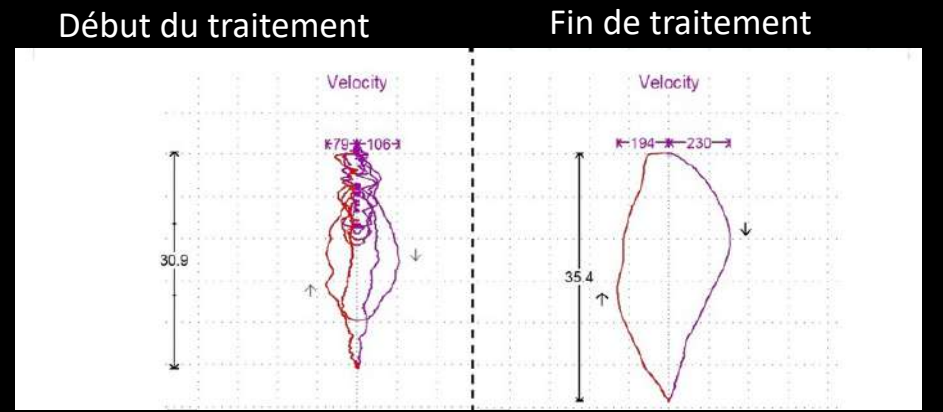
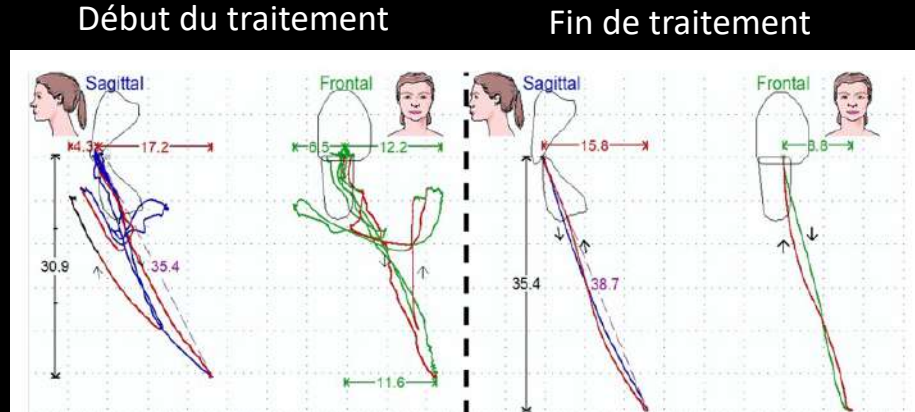
## Mac1 Protocol (muscular activity)

Electromyographie



## Mac2 Protocol (mandibular cinematics)

Tracking mandibulaire

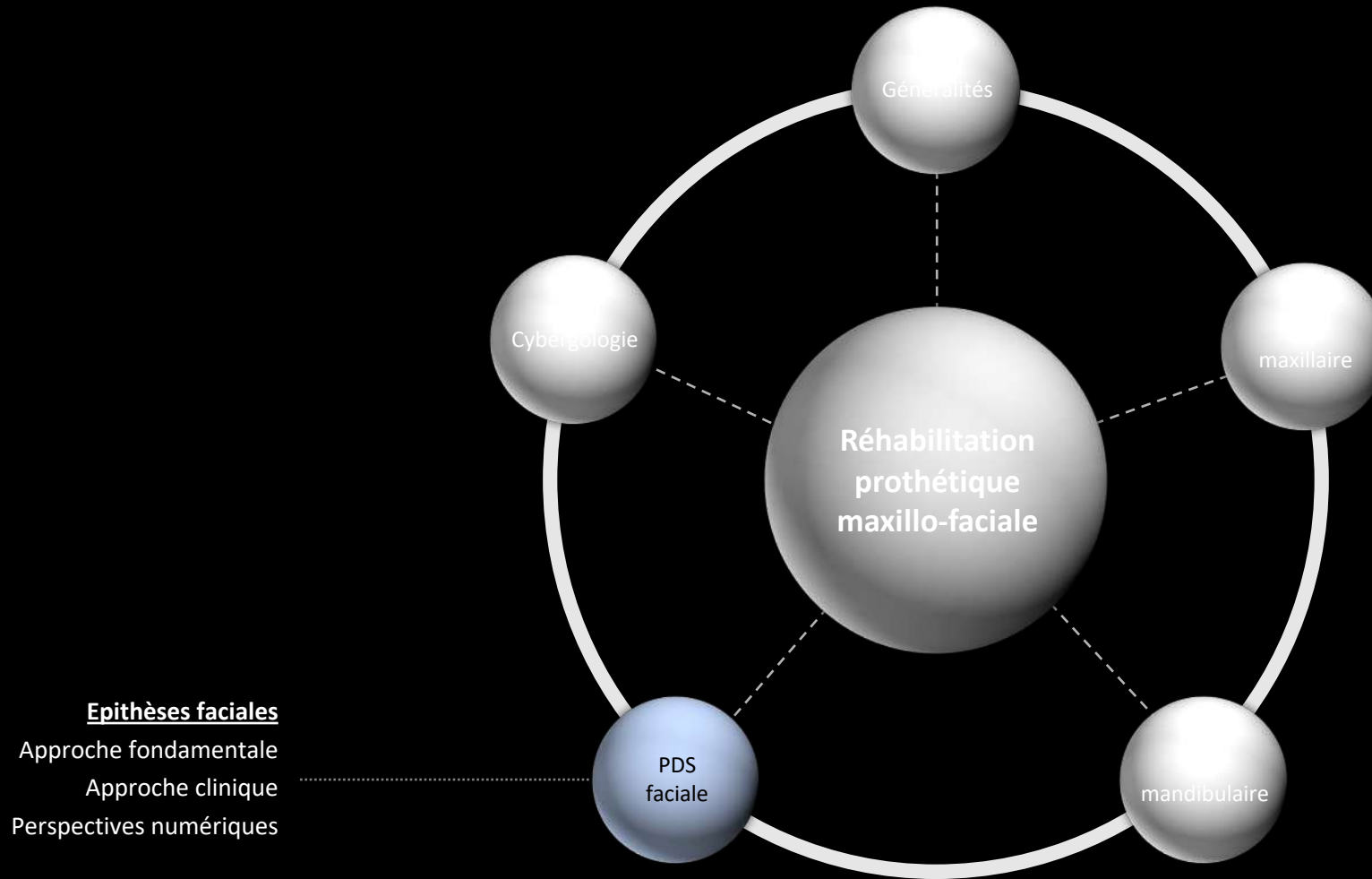


Généralités

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

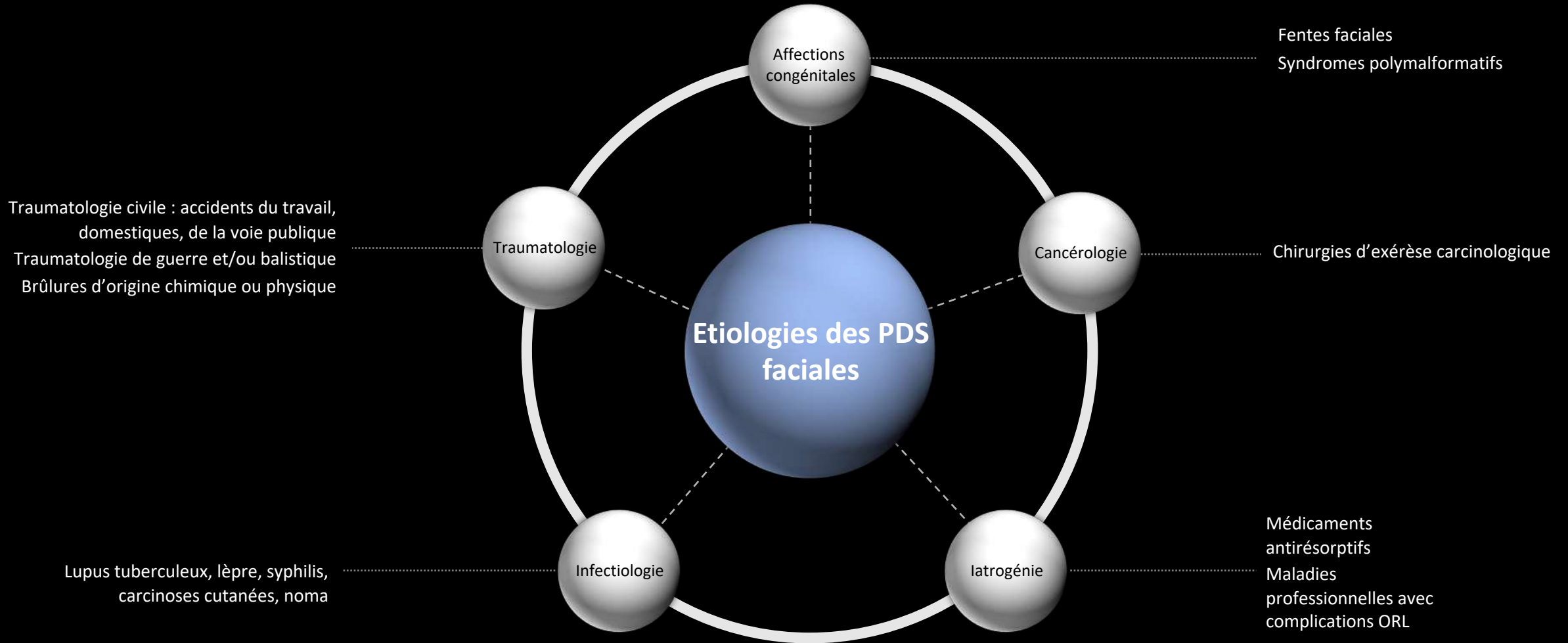
PDS maxillaire

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

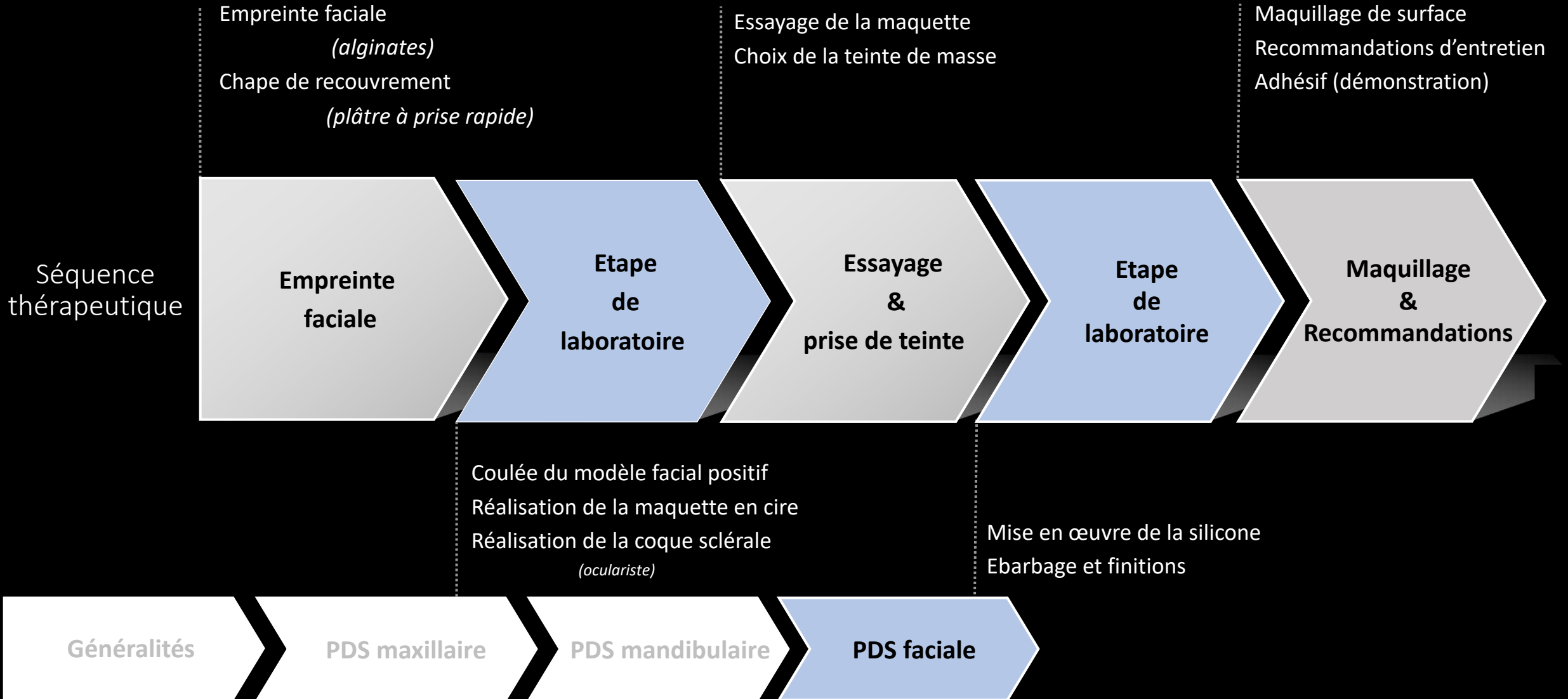
PDS maxillaire

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

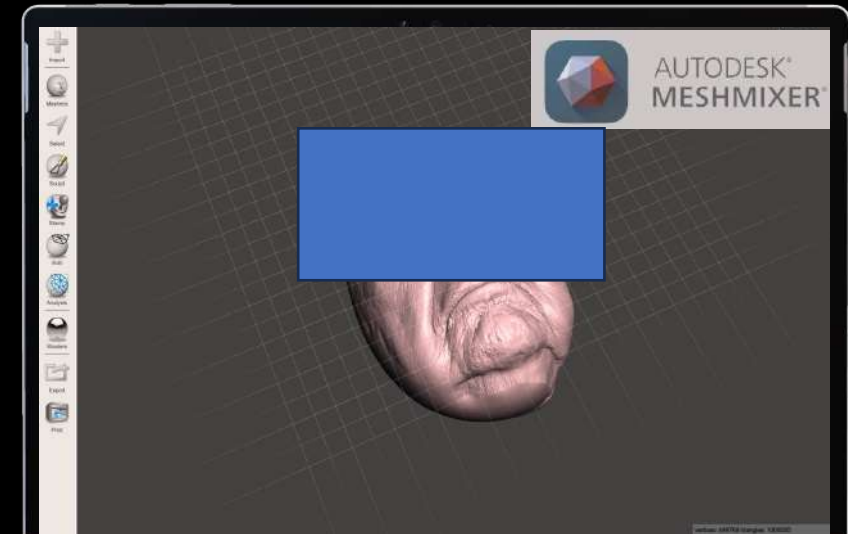


# Epithèses faciales

## 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

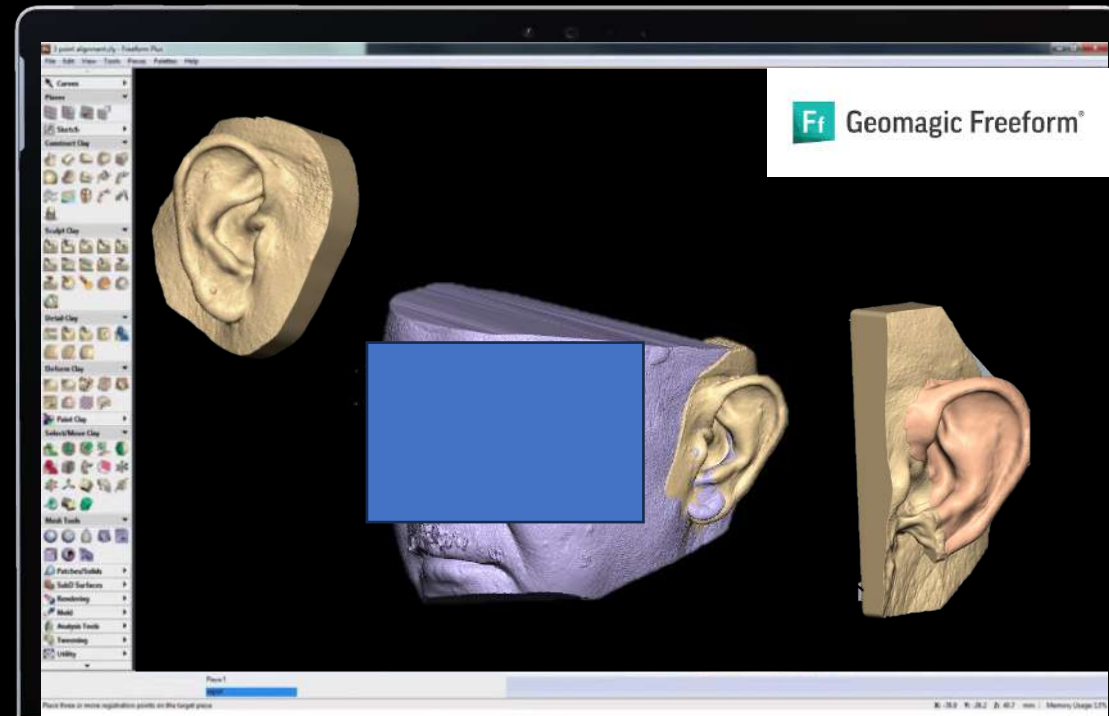
PDS mandibulaire

PDS faciale

# Epithèses faciales

Flux numériques

Logiciel de conception



3D SYSTEMS  
Bras à retour d'effort Freeform Touch

Généralités

PDS maxillaire

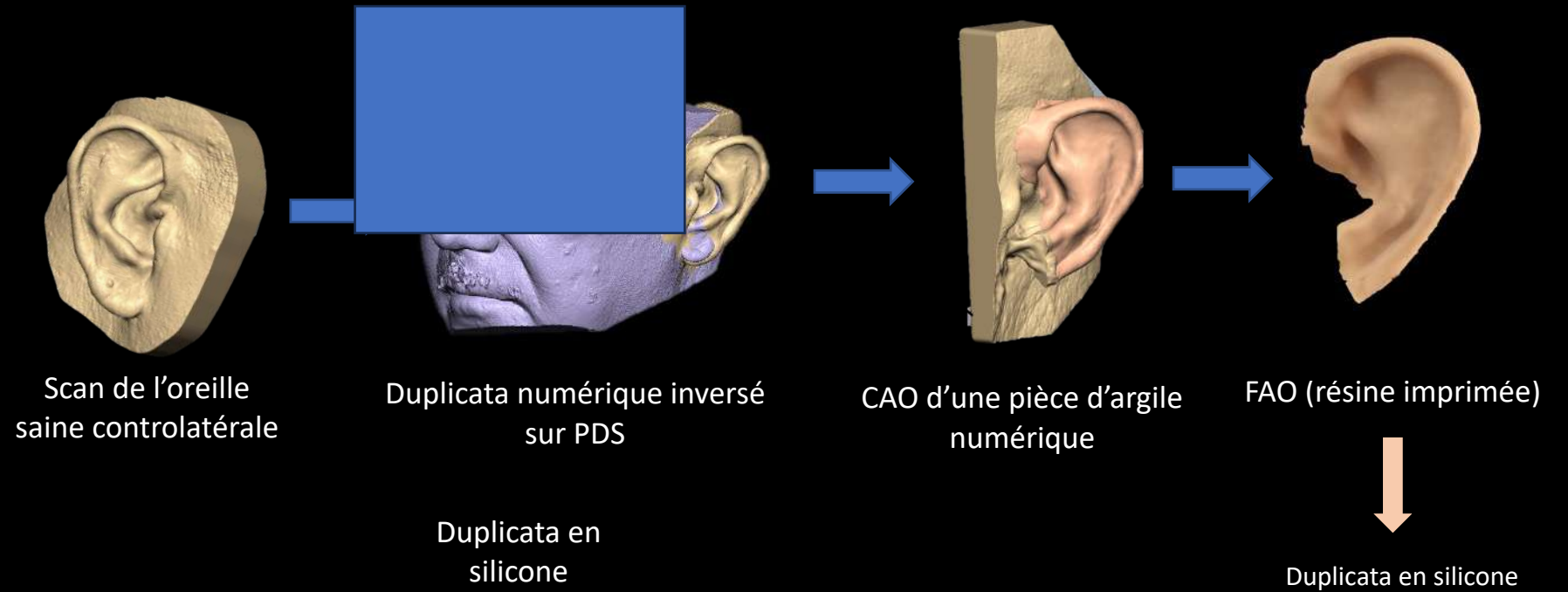
PDS mandibulaire

PDS faciale

# Epithèses faciales

Flux numériques

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



Généralités

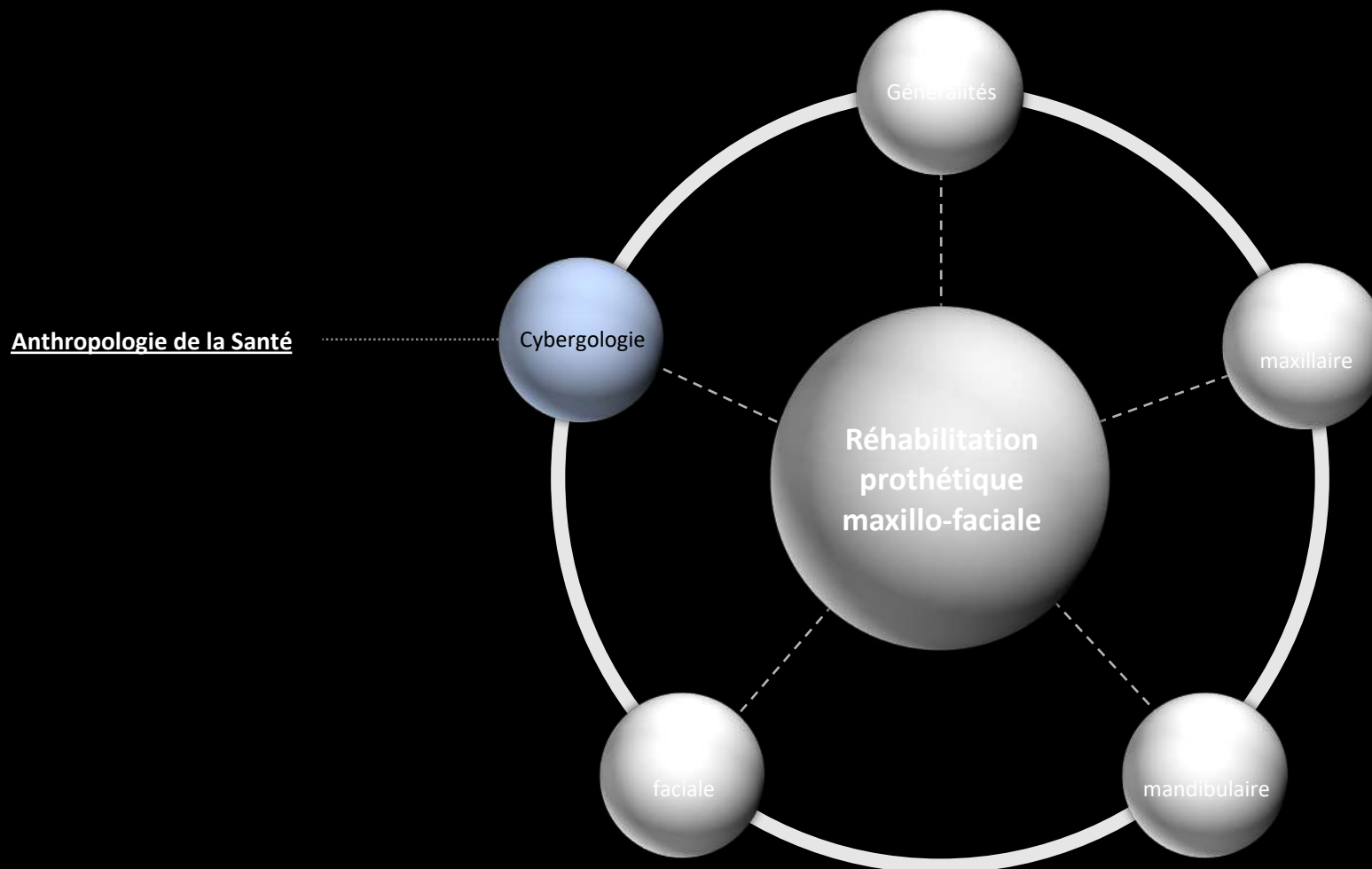
PDS maxillaire

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

## Cybergology and bioprinting: The biotechnological future of maxillofacial rehabilitation

Adrien Naveau, DDS, PhD<sup>1,2</sup>, Rawen Smirani, DDS<sup>3,4</sup>, Mariclé Remy<sup>5</sup>, Philippe Pomar<sup>6</sup>, Florent Destruhaut, DDS, PhD<sup>2,7</sup>

<sup>1</sup> Department of Prosthodontics, Dental Science Faculty, University of Bordeaux, France.  
<sup>2</sup> Center and Parasuderal Rehabilitation Unit, Saint André Hospital, Bordeaux University Hospital, Bordeaux, France.  
<sup>3</sup> BioTis Laboratory, INSERM U1025, University of Bordeaux, France.  
<sup>4</sup> Department of Periodontology, Dental Science Faculty, University of Bordeaux, France.  
<sup>5</sup> Department of Prosthodontics, Dental Science Faculty, University of Toulouse, France.  
<sup>6</sup> Maxillofacial Prosthetics Unit, Rangueil Hospital, Toulouse, France.  
<sup>7</sup> 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 Rangueil, 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.<sup>1</sup> Indeed, surgical considerations have always led maxillofacial rehabilitation, while MP has stood as the alternative, the complementary and reliable 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/computer-aided manufacturing: robotics...)<sup>2-4</sup>. 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 CYBERGOLGY**

The first direction for the MP evolution is the association of machine and man to create cyborgs. The term "cybergology" 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*.<sup>5</sup> 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.<sup>6</sup> 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 cybergology 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

Address published in: *Int J Maxillofac Prosthetics* the Journal online & Digital Content: <http://dx.doi.org/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.

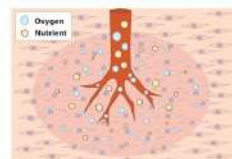


Fig 1. Capillary supply in nutrient and oxygen to the surrounding tissue relies on a limited diffusion. Dark pink: diffusion range.

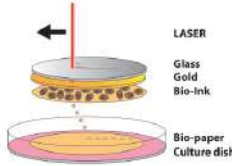


Fig 3. Laser-assisted bioprinting. Nutrients (culture medium) appear in pink, hydrogen in orange, and cells in brown.

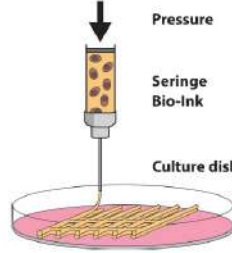


Fig 2. Extrusion-based bioprinting. Nutrients (culture medium) appear in pink, hydrogen in orange, and cells in brown.

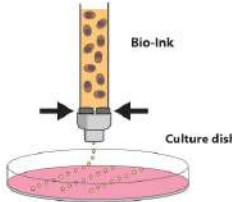


Fig 4. Jet bioprinting. Nutrients (culture medium) appear in pink, hydrogen in orange, and cells in brown.

**3D bioprinted maxillofacial applications**

The bioprinting technologies promise a vast array of potential maxillofacial applications, but their entrance on the healthcare market is undefined.<sup>7,8</sup> 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.

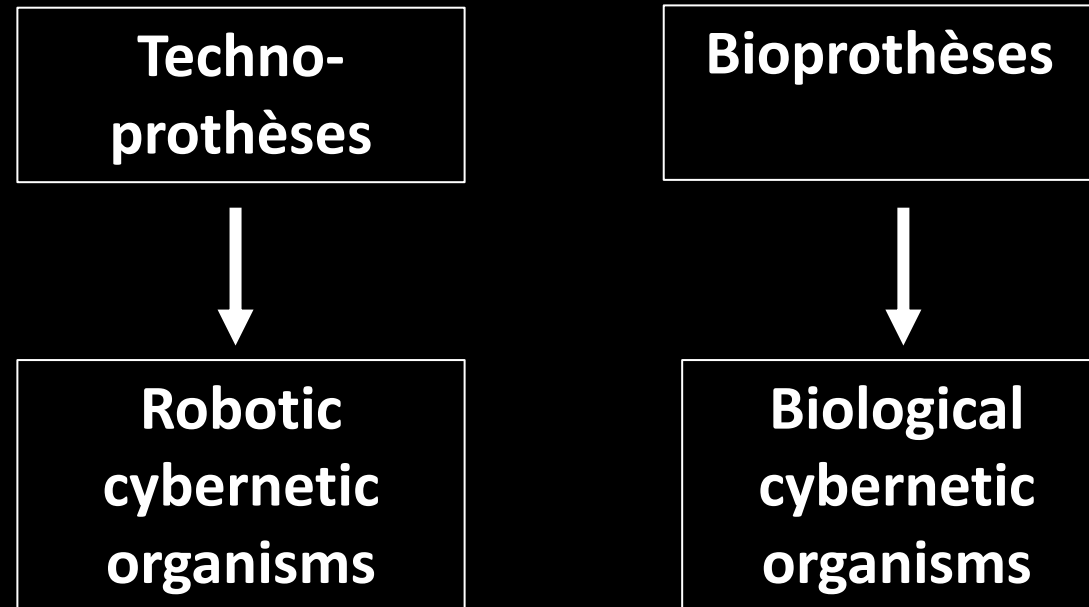
The laser, precisely driven by the computer, hits a metal plate and generates locally a vapor bubble. The underneath bio-ink, composed of a medium with high cell density, is projected down on the substrate. The volume of the droplets is so small that cells can be dropped by group of 4-6. This process 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-printing (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