UNIVERSITE DE LILLE

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

[Année de soutenance : 2021] *N° :*

THESE POUR LE

DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le 17 décembre 2021

Par Joséphine DOBRENEL

Né(e) le 02/05/1994 à Croix - France

Création de porte-empreintes pour la réalisation de plaques de myostimulation chez l'enfant porteur de trisomie 21

JURY

Président :	Madame le Professeur Delfosse Caroline
Assesseurs :	Madame le Docteur Dehurtevent Marion
	Madame le Docteur Catteau Céline
	Monsieur le Docteur Héloire Nicolas

Président de l'Université	:	Pr. J-C. CAMART
Directrice Générale des Services de l'Université	:	M-D. SAVINA
Doyen UFR3S	:	Pr. D. LACROIX
Directrice des Services d'Appui UFR3S	:	G. PIERSON
Directeur du Département facultaire d'Odontologie	:	Pr. E. DEVEAUX
Responsable des Services	:	M. DROPSIT
Responsable de la Scolarité	:	-

PERSONNEL ENSEIGNANT DE L'U.F.R.

PROFESSEURS DES UNIVERSITES :

P. BEHIN	Prothèses
T. COLARD	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
C. DELFOSSE	Responsable du Département **d'Odontologie Pédiatrique**
E. DEVEAUX	Dentisterie Restauratrice Endodontie **Directeur du Département Facultaire d'Odontologie**

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

K. AGOSSA	Parodontologie
T. BECAVIN	Dentisterie Restauratrice Endodontie
A. BLAIZOT	Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale.
P. BOITELLE	Prothèses
F. BOSCHIN	Responsable du Département de **Parodontologie**
E. BOCQUET	Responsable du Département d'**Orthopédie Dento-Faciale**
C. CATTEAU	Responsable du Département de **Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale.**
X. COUTEL	Biologie Orale
A. de BROUCKER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
M. DEHURTEVENT	Prothèses
T. DELCAMBRE	Prothèses
F. DESCAMP	Prothèses
M. DUBAR	Parodontologie
A. GAMBIEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
F. GRAUX	Prothèses
P. HILDELBERT	Responsable du Département de **Dentisterie Restauratrice Endodontie**
C. LEFEVRE	Prothèses

J.L. LEGER	Orthopédie Dento-Faciale
M. LINEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
T. MARQUILLIER	Odontologie Pédiatrique
G. MAYER	Prothèses
L. NAWROCKI	Responsable du Département de **Chirurgie Orale** Chef du Service d'Odontologie A. Caumartin - CHRU Lille
C. OLEJNIK	Responsable du Département de **Biologie Orale**
W. PACQUET	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
P. ROCHER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
L. ROBBERECHT	Dentisterie Restauratrice Endodontie
M. SAVIGNAT	Responsable du Département des **Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux**
T. TRENTESAUX	Odontologie Pédiatrique
J. VANDOMME	Responsable du Département de **Prothèses**

Réglementation de présentation du mémoire de Thèse

Par délibération en date du 29 octobre 1998, le Conseil de la Faculté de Chirurgie Dentaire de l'Université de Lille a décidé que les opinions émises dans le contenu et les dédicaces des mémoires soutenus devant jury doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'ainsi aucune approbation, ni improbation ne leur est donnée.

<u>Madame la Professeure Caroline DELFOSSE</u>

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier des CSERD

Section Développement, Croissance et Prévention

Département Odontologie Pédiatrique

Docteur en Chirurgie Dentaire

Doctorat de l'Université de Lille 2 (mention Odontologie)

Habilitation à Diriger des Recherches (Université Clermont Auvergne)

Diplôme d'Université « Sédation consciente pour les soins bucco-dentaires »
Diplôme d'Université « Gestion du stress et de l'anxiété »

Diplôme d'Université « Compétences cliniques en sédation pour les soins dentaires »
Diplôme Inter Universitaire « Pédagogie en sciences de la santé »

Formation Certifiante en Education Thérapeutique du Patient

Responsable du Département d'Odontologie Pédiatrique

<u>Madame le Docteur Marion DEHURTEVENT</u>

Maître de Conférences des Universités – Praticien hospitalier des CSERD

Section Réhabilitation Orale

Département Prothèses

Docteur en Chirurgie Dentaire

Assesseur aux Nouvelles Technologies

Madame le Docteur Céline CATTEAU

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier des CSERD

Section Développement, Croissance et Prévention Département Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur de l'Université d'Auvergne – Discipline Odontologie

Master II Recherche « Santé et Populations » - Spécialité Evaluation en Santé & Recherche Clinique - Université Claude Bernard Lyon I

Maîtrise de Sciences Biologiques et Médicales – Université de Lille2

Formation à la sédation consciente par administration de MEOPA pour les soins dentaires – UFR d'Odontologie de Clermont-Ferrand

Formation certifiante « concevoir et évaluer un programme éducatif adapté au contexte de vie d'un patient » - CERFEP Lille

Responsable du Département Prévention et Epidémiologie, Economie de la Santé et Odontologie Légale

Monsieur le Docteur Nicolas HELOIRE

Praticien hospitalier temps plein CHRU Lille

Docteur en Chirurgie Dentaire
Master 1 Français Langues étrangères- Université d'Artois
Maitrise des sciences Biologiques et Médicales – Lille 2
Master 2 Phonétique et Phonologie – Paris 3
CESB Mention Prothèse Maxillo-Faciale - Paris 7
CES spécialité odontologie chirurgicale
Chargé d'enseignement universitaire-Lille 2
Assistant hospitalo-universitaire – Lille 2011-2015

Table des matières

1. Introduction 14
2. La trisomie 21 chez le nourrisson 16
2.1 Caractéristiques générales 16
2.2 Caractéristiques oro-faciales et leurs conséquences sur la santé buccale .. 17
2.2.1 Les caractéristiques squelettiques 18
2.2.2 Les caractéristiques des tissus mous 19
2.2.3 Les anomalies dentaires 21
2.2.4 Les troubles fonctionnels 22
3. La prise en charge de la sphère oro-faciale chez l'enfant porteur de trisomie 21 à partir de 3 mois 23
3.1 L'orthophoniste 23
3.2 Le chirurgien-dentiste 25
3.2.1 Principe et effets des plaques de myostimulation 25
3.2.2 Réalisation de la plaque de myostimulation 27
3.2.3 Protocole d'utilisation des plaques de myostimulation au sein de l'UF d'odontologie pédiatrique du CHU de Lille 29
4. La problématique des empreintes chez l'enfant porteur de trisomie 21 30
4.1 Les empreintes avec un porte-empreinte standardisé 30
4.2 Les empreintes au doigt 30
4.3 Les empreintes optiques intra-buccales 31
4.4 Au sein de l'UFd'odontologie du CHU de Lille 31
4.5 Cahier des charges pour nos porte-empreintes 32
5. Conception et fabrication de porte-empreintes pour la réalisation de plaque de myostimulation pour les enfants porteurs de trisomie 21 à partir de 3 mois 34
5.1 Analyses des anciens modèles en plâtre des patients porteurs de trisomie 21 avant l'éruption des dents temporaires 34
5.1.1 Mesures des modèles 34
5.1.2 Sélection des modèles pour la réalisation des porte-empreintes 36
5.2 Protocole de réalisation des porte-empreintes par Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur à l'aide du logiciel Dental Wings® de Straumann® et de l'imprimante Forms 2® de Formlabs® 37
5.2.1 Numérisation des modèles sélectionnés 37
5.2.2 Conception des porte-empreintes 39
5.2.3 Mise en forme des porte-empreintes 44

5.2.3.1 Rappels sur la SLA 44
5.2.3.2 Mise en forme des porte-empreintes 45
6. Utilisation des porte-empreintes conçus par conception et fabrication assistées par ordinateur dans le service d'odontologie du centre hospitalier universitaire de Lille 48
7. Discussion et perspective 49
8. Conclusion 51
9. Références bibliographiques 52
10. Table des illustrations 54
11. Tables des tableaux 56
12. Annexe 57
12.1 Tutoriel de conception des porte-empreintes 57

Table des abréviations

- PE : porte-empreinte
- SLA : stéréolithographie
- 3D : trois dimensions
- CFAO : conception et fabrication assistées par ordinateur
- CHU : centre hospitalier universitaire
- UF : unité fonctionnelle

1. Introduction

La trisomie 21 ou syndrome de Down est l'anomalie chromosomique la plus fréquemment diagnostiquée à la naissance, sa prévalence est d'environ 0,1%. Ce syndrome a été décrit pour la première fois par le médecin anglais Dr. John Langdon Down en 1866, et son étiologie fut découverte 93 ans plus tard par le Dr. Jérôme Lejeune [1,2].

Depuis la découverte de cette pathologie, l'amélioration de la prise en charge médicale, les programmes éducatifs spéciaux et l'acceptation sociale croissante des personnes en situation de handicap permettent une normalisation et une désinstitutionalisation progressive de ces patients [2]. Aujourd'hui, l'efficacité de la prise en charge des patients porteurs de trisomie 21 implique une équipe pluridisciplinaire dès les premiers mois de vie [3]. Concernant la sphère oro-faciale, le chirurgien-dentiste, l'orthophoniste, le pédiatre, le kinésithérapeute ou encore le psychomotricien travaillent ensemble pour intercepter les dysfonctions et para fonctions buccales. Cette prise en charge précoce permet de favoriser le bon développement du nourrisson. En effet, de nombreux professionnels de santé et d'associations comme l'Institut Lejeune à Paris recommandent la thérapie par plaques de myostimulation associée à un programme d'entrainement et des massages de stimulation pour améliorer la fonction musculaire oro-faciale chez ces enfants. La durée de ce traitement s'étend jusqu'à l'apparition des premières dents [4].

Les plaques de myostimulation sont fabriquées sur le modèle maxillaire du patient. Celui-ci peut être issu d'une empreinte optique intra-buccale ou, le plus souvent, d'une empreinte physique. L'empreinte optique intra-buccale est prometteuse mais n'est actuellement indiquée qu'à partir de 6 mois. Concernant l'empreinte physique, celle-ci entraine un risque d'inhalation du matériau d'empreinte si le porte-empreinte (PE) n'est pas ajusté. A notre connaissance, aucun PE standardisé n'est commercialisé pour répondre à cette situation clinique. Le but de ce travail a donc été de développer un PE standardisé, stérilisable et biocompatible adapté aux nourrissons à partir de 3 mois jusqu'à l'éruption des dents temporaires, afin d'améliorer la prise en charge de ces patients.

La première partie de ce travail a concerné les manifestations cliniques de la trisomie 21 chez le nourrisson ainsi que leur prise en charge oro-faciale. Nous avons ensuite mis en évidence la problématique des PE actuellement utilisés pour la réalisation des plaques de myostimulation. Cet état de l'art, nous a permis à l'aide de la conception et fabrication assistées par ordinateur (CFAO) de créer des PE en adéquation avec notre cahier des charges. Enfin, un cas clinique a été présenté avec une utilisation de nos PE dans le service d'odontologie du CHU de Lille.

2. La trisomie 21 chez le nourrisson

La trisomie 21 entraine de nombreuses dysfonctions et des para fonctions tant sur le plan général que sur le plan oro-facial dès la naissance [2]. Selon Larousse, le nourrisson est défini comme un enfant depuis la fin de sa période néonatale (chute du cordon) jusqu'à ses 2 ans.

2.1 Caractéristiques générales

Les patients porteurs de trisomie 21 présentent des anomalies caractéristiques avec des conséquences plus ou moins importantes sur leur santé générale. Quarante pour cent des nourrissons porteurs de trisomie 21 présentent des anomalies cardiaques congénitales [2]. Les communications ventriculaires, atrio-ventriculaires ou encore artérielles sont les plus fréquemment observées. Celles-ci sont réversibles par une prise en charge chirurgicale.

Les leucocytes neutrophiles de ces patients sont défectueux et présentent des anomalies de nombre (lymphopénie, oésinopénie), de forme (profil d'immunoglobine sérique modifié) ainsi que de fonction (médiation cellulaire altérée) [2]. Cette anomalie augmente de 10 à 15 fois le risque de leucémie. De plus, le déficit immunitaire de ces patients est à l'origine d'une sensibilité accrue aux infections cutanées, gastro-intestinales, respiratoires ou encore des muqueuses.

Parallèlement, la fonction motrice de ces jeunes patients tend à être retardée avec une coordination restreinte même si elle s'améliore avec l'âge et une hypotonie musculaire générale. Le développement du langage est également plus tardif. De nombreuses étiologies sont à prendre en compte comme la déficience mentale, les problèmes d'audition, l'aphasie ou encore les anomalies buccales. En effet, ces patients sont prédisposés à une otite moyenne chronique avec épanchement et à une surdité partielle pour 4 à 5% d'entre eux [5,6]. De plus, 50% des patients sont diagnostiqués pour une apnée du sommeil. Cette dernière peut affecter le comportement, la croissance ou encore le développement neurologique.

Une anomalie thyroïdienne est retrouvée pour 28% des patients. En effet, un patient sur 141 porteurs de trisomie 21 présente une hypothyroïdie contre 1 sur 2000 à 3000 dans la population générale [6]. Celle-ci est associée à un sous-développement osseux et dentaire, et peut entrainer un retard d'éruptions dentaires [7].

Enfin, 12 à 20% de ces patients présentent une hyperlaxité des ligaments trans-vertébraux entre l'atlas et les processus odontoïdes des vertèbres cervicales ainsi qu'entre l'atlas et les condyles occipitaux de la base du crâne. Une hyperextension peut alors entrainer des blessures associées à des lésions irréversibles de la moelle épinière [2].

2.2 Caractéristiques oro-faciales et leurs conséquences sur la santé buccale

Les caractéristiques oro-faciales des patients porteurs de trisomie 21 peuvent se classer en quatre grandes catégories [8] : les anomalies squelettiques, dentaires, des tissus mous et les troubles fonctionnels (tableau 1). Ces différentes anomalies ont des conséquences négatives sur la santé bucco-dentaire des patients et peuvent affecter leur qualité de vie. Une prise en charge précoce est ainsi recommandée [3].

Tableau 1 : syndrome oro-facial associé à la trisomie 21 [8].

Aspects infectieux	- Développement de foyers infectieux ORL et dentaires - Parodontites et gingivites agressives, candidoses
Aspects fonctionnels	- Réflexe nauséeux - Persistance d'une déglutition par aspiration - Ingestion d'air pendant l'alimentation - Respiration buccale - Hygiène buccale personnelle inefficace - Expression de la douleur inadéquate
Autres aspects comportementaux et fonctionnels	- Position basse et protrusion de la langue - Hypotonie labiale - Chéilites - Incontinence salivaire - Bruxisme
Aspects du développement	- Troubles de la croissance crâniofaciale - Sous-développement palatin
Anomalies orales	- Perturbation des éruptions dentaires lactéales et définitives - Agénésies fréquentes - Microdontie et taurodontisme - Langue scrotale - Classe III articulaire

2.2.1 Les caractéristiques squelettiques

Les patients porteurs de trisomie 21 présentent un profil facial plat dû à un sous-développement de la partie moyenne de la face. La base crânienne, l'os frontal et le sinus paranasal sont également plus petits et à l'origine d'une diminution de la taille de la selle turcique. L'hypoplasie verticale des structures du crâne entraine un aplatissement de la base crânienne (figure 1) [7]. Ces anomalies provoquent un prognathisme relatif.

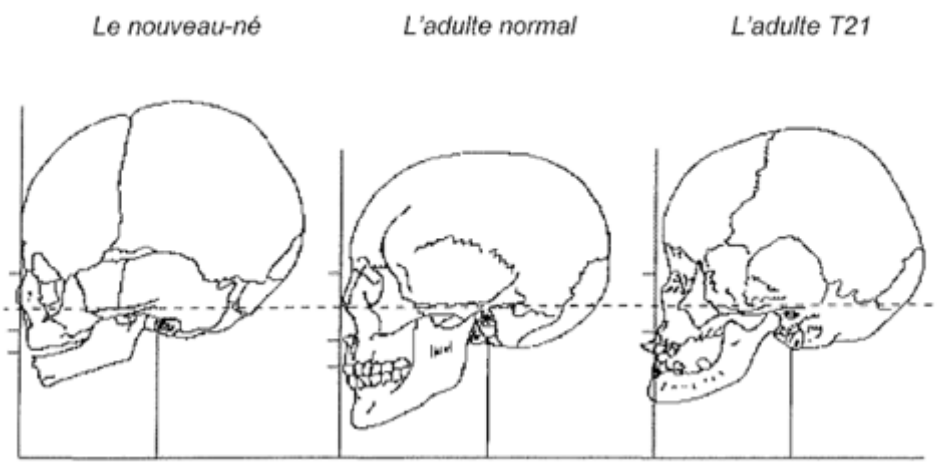


Figure 1 : variations ostéocrâniennes de gauche à droite entre l'adulte normal et l'adulte porteur de trisomie 21 [9].

Les hypoplasies des sinus frontaux et paranasal, des os ethmoïdes et maxillaires et du pont du nez entrainent une diminution de la longueur et de la taille du palais. Celui-ci est cliniquement court, profond et étroit. L'association de l'hypotonie et de l'hyperlaxité ligamentaire entrainent un trouble postural notamment au niveau cervical. Ce trouble modifie les rapports anatomiques oro-faciaux et accentue la bascule vers l'avant de la mandibule.

2.2.2 Les caractéristiques des tissus mous

Des hypotonies musculaires de la langue, des lèvres ainsi que des muscles élévateurs de la mandibule peuvent être observées avec différents degrés d'insuffisance. Ces hypotonies sont fréquemment accompagnées d'une incontinence salivaire à l'origine de chéilites (figure 2)

Figure 2 : patients présentant des chéilites [7].

Une macroglossie peut être observée en lien avec l'étroitesse du maxillaire (figure 3) [10]. De plus, l'hypotonicité de la langue à l'origine d'une position basse et d'un étalement ainsi que la position protrusive accentuent l'impression clinique de macroglossie sans modification du volume de la langue. Les hypertrophies des végétations adénoïdes et des amygdales sont également fréquemment rencontrées chez les patients porteurs de trisomie 21, ce qui favorise les apnées du sommeil. La prévalence des candidoses buccales est également plus importante en raison de la sécheresse buccale et à la sensibilité plus élevée aux infections [6][11].

Figure 3 : patients présentant une macroglossie [7].

Les voies aériennes nasales sont souvent étroites et partiellement obstruées suite à une déviation septale et d'un épaississement de la muqueuse. Ces particularités entrainent une respiration buccale à l'origine d'une sécheresse orale et de fissures labiales (figure 4) [2].

Figure 4 : patient présentant des fissures labiales [7].

2.2.3 Les anomalies dentaires

- Les dents temporaires

Les enfants porteurs de trisomie 21 présentent souvent une éruption et une chute des dents temporaires plus tardive que pour la population générale. Elles apparaissent environ à l'âge de 15 à 18 mois [7,12]. De plus, la séquence d'éruption peut être perturbée et les incisives ne sont pas systématiquement les premières à apparaitre. Enfin, la forme globuleuse et la microdontie éventuelle des dents temporaires peut entrainer des difficultés de rétention des plaques palatines ou appareils orthodontiques [11].

- Les dents permanentes

Les patients porteurs de trisomie 21 présentent fréquemment des microdonties avec des racines courtes. En effet, leur activité cellulaire lors de leur développement est moins importante que pour la population générale. Les dents apparaissent également plus globuleuses car la couronne anatomique se développe au détriment des racines [2,13].

Parallèlement, les patients présentent fréquemment un taurodontisme avec une cavité pulpaire de taille très importante. Les agénésies dentaires sont également 10 fois plus répandues que pour la population générale [8,14].

Enfin, certains auteurs ont observé une épaisseur plus fine de l'émail et de la dentine chez ces patients comparé à la population générale. A l'inverse, leurs incisives et canines temporaires présentent plus d'émail suite à une calcification *in utero* [2].

2.2.4 Les troubles fonctionnels

L'hypotonie musculaire de la langue et du voile palatin entrainent chez les patients porteurs de trisomie 21 des problèmes fonctionnels importants : problèmes de succion, de déglutition, de langage et une respiration buccale (figure 5). Enfin, des dyskinésies faciales et des reflux gastro-œsophagiens peuvent être observés en conséquence de la difficulté à mastiquer et à avaler correctement les aliments liée à l'hypotonie musculaire [6].

Les patients porteurs de trisomie 21 peuvent présenter une hypersensibilité ou une hyposensibilité faciale et localisent difficilement les stimuli cutanés et muqueux comme au niveau buccal. La réponse est souvent plus tardive que pour la population générale [15]. Ceci est à l'origine de la préconisation des massages faciaux pour normaliser la sensibilité.

Figure 5 : enfants présentant une respiration buccale [7].

En raison de l'association de ces différents signes, certains auteurs évoquent le terme de syndrome bucco-facial de la trisomie 21 [8].

3. La prise en charge de la sphère oro-faciale chez l'enfant porteur de trisomie 21 à partir de 3 mois

3.1 L'orthophoniste

Les enfants porteurs de trisomie 21 présentent des troubles du langage expressif, de la syntaxe, ou encore de l'articulation [16]. L'orthophoniste intervient lors du développement du langage mais également avant son apparition. En effet dès le plus jeune âge, l'orthophoniste peut prendre en charge l'hypersensibilité de ces patients à l'aide de massages de stimulation de la sphère oro-faciale. Ces massages peuvent ensuite être quotidiennement réalisés par les parents.

Cette thérapeutique par stimulation, décrite comme un outil d'amélioration et d'accompagnement du nourrisson, est controversée. Bien que certains auteurs jugent ce traitement non nécessaire, d'autres mettent en avant que la réalisation quotidienne de ces massages permet d'améliorer le tonus et les mobilités des muscles, l'articulation, l'alimentation et aussi la déglutition tout en diminuant l'hypersensibilité. Toutefois, l'efficacité de ce traitement dépend de sa réalisation conjointe avec les plaques de myostimulation, selon les travaux du Dr. Rodolfo Castillo-Morales [15].

Concernant le protocole de réalisation de ces massages, il est conseillé de placer l'enfant en face de soi et de commencer par les mains afin de symboliser une prise de contact. Les massages se divisent en deux temps : le massage du visage et ensuite le massage à l'intérieur de la bouche (figures 6-7) :

- masser de l'avant vers l'arrière sous le menton ;
- masser le front de haut en bas et du centre vers l'extérieur du visage ;
- avec les index, masser en descendant de chaque côté du nez ;
- caresser les joues des oreilles jusqu'au nez ;
- exercer une pression douce sur les joues avec des mouvements circulaires ;
- étirer les lèvres du milieu vers l'extérieur, mouvement à répéter au-dessus et en dessous des lèvres ;
- appuyer sur les lèvres et le menton puis relâcher ;
- appuyer sur la bouche avec deux doigts ;

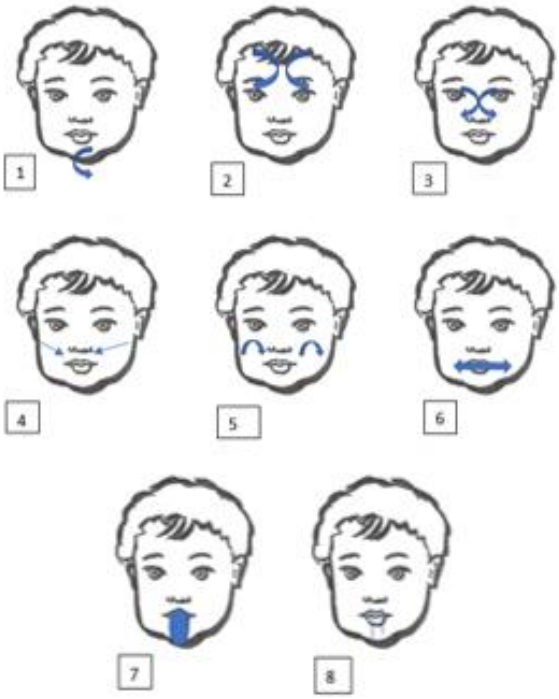


Figure 6 : massages faciaux selon l'Institut Lejeune (illustration personnelle).

- masser l'intérieur des lèvres en haut et en bas ;
- masser les gencives ;
- masser circulairement les joues de l'intérieur ;
- frotter en passant rapidement au niveau du palais ;
- masser les bords droit et gauche de la langue ;
- appuyer sur les lèvres pour marquer la fin des massages.

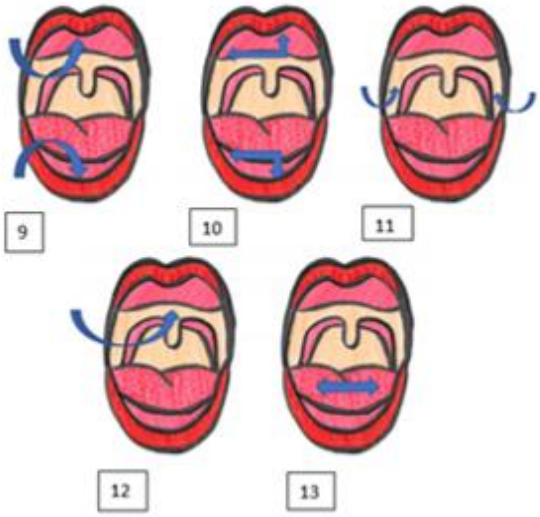


Figure 7 : massages intra-oraux selon l'Institut Lejeune (illustration personnelle).

Ces massages permettent de prendre en charge les troubles de l'oralité. Leur prise en charge par l'orthophoniste est primordiale. En effet, ces troubles peuvent entrainer chez ces patients le refus d'aliments de texture dure, de tout instrument en bouche : cuillère mais aussi brosse à dents [15].

3.2 Le chirurgien-dentiste

Le rôle du chirurgien-dentiste est essentiel dans l'efficacité de la prise en charge des nourrissons porteurs de trisomie 21. En effet, le praticien fournit aux parents des informations et des recommandations claires et précises sur la prise en charge et la prévention des affections bucco-dentaires [3]. Un traitement interceptif à l'aide de plaques de myostimulation peut être réalisé à partir de 3 mois. Sa mise en place est souhaitée le plus tôt possible, mais les multiples suivis médicaux et le manque d'information ne permettent pas toujours de commencer avant les 6 mois de l'enfant [15].

3.2.1 Principe et effets des plaques de myostimulation

Le traitement par plaque de myostimulation est réalisé en l'absence de dent temporaire sur arcade et la rétention est assurée par le contact intime du dispositif avec la muqueuse. L'éruption des dents temporaires va diminuer le potentiel rétentif du dispositif. Son utilisation suite à l'apparition des dents est controversée et nécessite un suivi très régulier. En effet, des rebasages ou des renouvellements seront nécessaires ainsi que le recours à des moyens de rétention supplémentaires (crochets). Après l'apparition de toutes les dents temporaires et la stabilisation de l'occlusion, une plaque avec un vérin d'expansion maxillaire pourra être envisagée si le développement maxillaire est encore insuffisant [17].

Le port d'une plaque de myostimulation, plusieurs dizaines minutes par jour dès les premiers mois, permet à l'enfant d'apprendre à fermer la bouche et à positionner correctement sa langue en position haute (figure 8). Ce traitement réduit la protrusion, la salivation et les ronflements nocturnes [13,14]. Il permet également une stimulation

labiale et linguale ainsi qu'une amélioration de la perception de la cavité buccale. Enfin, ce traitement permet d'habituer les enfants aux soins dentaires et aura un impact sur la qualité de l'expressivité, l'élocution et favorisera à terme leur insertion sociale et qualité de vie [17,19].

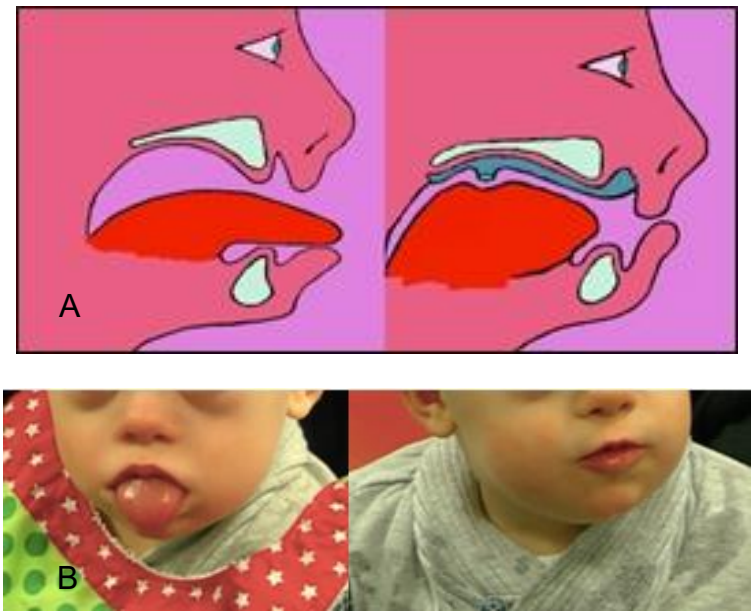


Figure 8 : schéma de profil (A) et photographies de face (B) représentants un patient sans et avec la plaque de myostimulation [7] *(photographies : illustration du Pr Delfosse).*

Selon certains auteurs, ces résultats ne sont envisageables que si le traitement par plaque de myostimulation est associé à une stimulation psychomotrice par massages [20]. Cette prise en charge complète et précoce permettrait aux enfants d'atteindre un développement optimal du langage, des fonctions motrices, neuromotrices et sociales [15].

Cependant, des effets indésirables peuvent être observés comme l'évitement actif de contact à l'origine d'une protrusion de la langue plus prononcée, une absence de réaction clinique ou encore une accoutumance immédiate. Ces effets sont rares et dus le plus souvent à une mauvaise conception de la plaque ou à un mauvais ajustement. Ils nécessitent alors la conception d'une nouvelle plaque avec un nouveau système de stimulation (tableau 2).

Tableau 2 : avantages et inconvénients des plaques de stimulation [15].

Avantages	Inconvénients
-amélioration de la posture linguale -amélioration de la fermeture buccale -effet positif sur le langage et les capacités de communication -amélioration du tonus labial -diminution voire arrêt des ronflements lors que l'enfant en présente -amélioration des fonctions motrices	-prise en charge précoce -accoutumance -absence de réaction clinique parfois observée voire protrusion de la langue plus prononcé -nécessite des professionnels de santé informés et formés

3.2.2 Réalisation de la plaque de myostimulation

La plaque palatine de myostimulation est réalisée sur le modèle maxillaire du patient [21]. Ce modèle est issu d'une empreinte optique intra-buccale ou, le plus souvent, à partir d'une empreinte physique. L'hydrocolloïde irréversible est le matériau à empreinte le plus fréquemment utilisé. En effet, l'utilisation de la cire thermoplastique (Pâte de Kerr®) est peu fréquente [22].

La plaque est composée de polyméthyle de méthacrylate obtenue suite au mélange d'un liquide de méthacrylate de méthyle avec une poudre de polyméthyle de méthacrylate (Orthoresin de Dentsply Sirona® ou Degudent®). Ces plaques présentent une ou plusieurs zones de stimulation représentant pour le patient des corps étrangers intra-oraux. Les formes et positions des stimuli sont variables en fonction des besoins et des caractéristiques de chaque patient (figure 9).

Les plaques palatines présentent des dispositifs (à type de dépressions, des perles rotatives ou encore des « boutons ») permettant d'interpeler le dos de la langue. La pointe dans la zone rétro-incisive maxillaire permet de déplacer la langue en position intrabuccale [4]. Les dépressions et perles rotatives sont situées au niveau du palais pour stimuler la langue afin qu'elle se positionne correctement. Les boutons sur la partie vestibulaire stimulent la lèvre supérieure pour amener l'enfant à contracter les lèvres afin de fermer la bouche (figure 10) [15,21].

Figure 9 : plaque de myostimulation (avec une tétine [7]*) (illustrations du Pr Delfosse)*

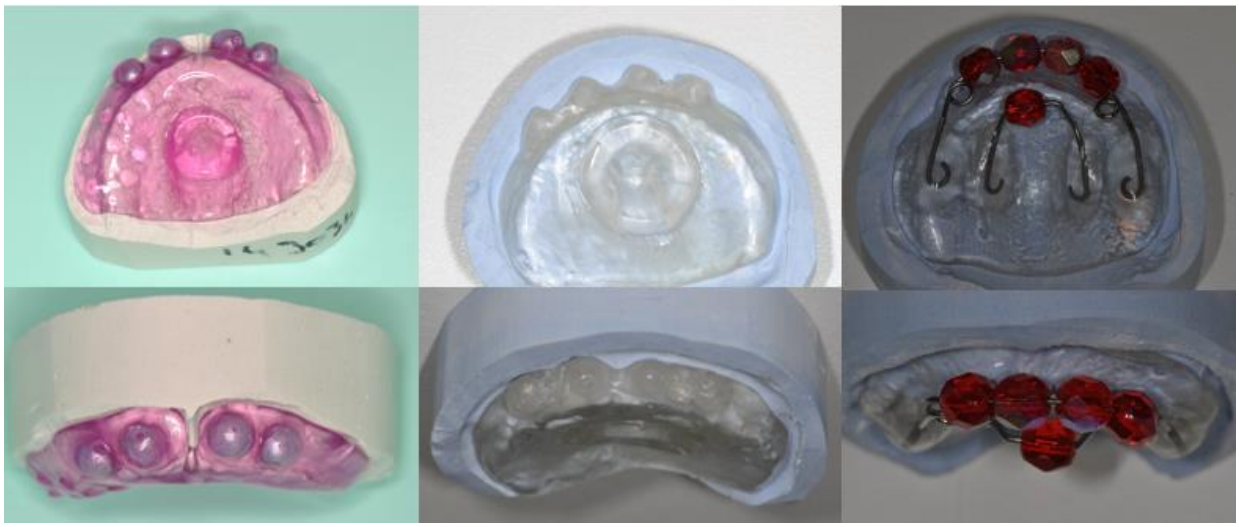


Figure 10 : plaques palatines avec différents dispositifs de stimulation (vue horizontale et frontale) [11].

3.2.3 Protocole d'utilisation des plaques de myostimulation au sein de l'UF d'odontologie pédiatrique du CHU de Lille

La plaque de myostimulation est portée par intermittence au cours de la journée. Cependant, les protocoles d'utilisation sont variables selon les patients. A titre d'exemple, elle peut être utilisée d'abord 5 minutes 3 fois par jour puis jusqu'à 1 heure par jour [15] . La durée d'utilisation est adaptée à la réaction de l'enfant. La modification de la posture linguale est permise par le port discontinu afin d'éviter l'accoutumance à la plaque. En effet, celle-ci entraine une cessation du travail lingual.

La première plaque palatine peut être réalisée vers 3 mois, la seconde vers 6 mois et la troisième vers 9 mois. Une plaque doit être changée lorsqu'elle n'est plus rétentive. Cependant, la fréquence de changement de plaque est variable selon l'enfant. En effet, le retard de croissance et d'éruption des dents temporaires chez ces patients peut amener à conserver la plaque plusieurs mois si celle-ci est encore adaptée et toujours efficace. Au contraire une croissance rapide peut nécessite un renouvellement 4 à 6 semaines après la pose. Une surveillance régulière de ces patients doit être réalisée afin d'assurer l'efficacité du traitement.

A Lille, l'arrêt du port de la plaque de myostimulation est associé le plus souvent avec l'apparition des premières dents temporaires maxillaire, soit vers 15-18 mois chez les enfants porteurs de trisomie 21 [12]. Certains auteurs préconisent de continuer la thérapeutique en présence des dents temporaires à l'aide de crochets ou de rebasages. Cependant, cette prise en charge est difficile à mettre en place et dans la majorité des cas, entraine une interruption du traitement [15].

4. La problématique des empreintes chez l'enfant porteur de trisomie 21

4.1 Les empreintes avec un porte-empreinte standardisé

A notre connaissance aucun PE dans le commerce n'est disponible pour les patients porteurs de trisomie 21. Les fournisseurs de dispositifs médicaux proposent des PE pédiatriques adaptés à des enfants âgés au minimum de 2-3 ans. Leurs caractéristiques générales sont les suivantes :

- limites à 1 mm des fonds de vestibules ;
- perforations de 3 mm lorsque les PE sont perforés ;
- stérilisable ou désinfection possible ;
- taille du PE gravée selon les marques;
- généralement 3 à 4 tailles proposées.

Des PE standardisés pour les nourrissons porteurs de fentes palatines ont été développés. Malheureusement, ces derniers ne peuvent pas être utilisés pour les nourrissons porteurs de trisomie 21 [24]. En effet, le maxillaire antérieur des enfants porteurs de fentes est élargi par rapport à la population générale alors que celui des nourrissons porteurs de trisomie 21 est rétréci. Ces PE ne sont donc pas adaptés.

4.2 Les empreintes au doigt

En absence de PE adapté, le praticien peut être amené à réaliser une empreinte au doigt à l'aide d'une cire thermoplastique de type pâte de Kerr®. Selon le protocole décrit dans la littérature, le praticien recouvre son index et majeur avec la quantité souhaitée de matériau d'empreinte et le place dans la cavité buccale du nourrisson en écartant sa joue et en sécurisant ses voies respiratoires. Le matériau est ensuite adapté au doigt lors de sa prise.

Cette technique entraine un risque d'inhalation et de distorsion de l'empreinte [22,25]. Des précautions sont à prendre au préalable. En effet, l'enfant doit être examiné par un pédiatre pour détecter toute contre-indication notamment au niveau des voies aériennes. De plus, il est possible de limiter la prise alimentaire avant le rendez-vous pour éviter de déclencher des vomissements [22,25].

4.3 Les empreintes optiques intra-buccales

L'empreinte optique intra-buccale permet de pallier les risques d'inhalation spécifique à l'empreinte physique. Cependant, l'empreinte optique intra-buccale ne peut être réalisée que pour les nourrissons âgés de plus de 6 mois [26,27]. En effet, la taille et l'ouverture buccale des nourrissons de moins de 6 mois ne permettent pas d'obtenir la distance focale minimale et limitent le passage de la caméra.

4.4 Au sein de l'UFd'odontologie du CHU de Lille

Certains auteurs recommandent la création d'une collection de PE à partir d'anciens modèles de patients ou de modèles théoriques fabriqués en cire. Cette collection permet au praticien d'avoir une réserve de PE de différentes tailles et ainsi de pouvoir s'adapter à différentes situations cliniques. Les PE sont réalisés en gommethermoplastique (True base™, CAVEX®). Cependant, cette collection ne peut pas être partagée aux autres praticiens et n'est pas stérilisable [25].

Dans l'UF d'odontologie pédiatrique du CHU de Lille les empreintes physiques sont réalisées des PE en plaque True base™ (figure 11). Certains des PE utilisés ont été réalisés par des étudiants au cours de travaux pratiques d'odontologie pédiatrique sur un modèle en plâtre pédagogique. Ces PE ont été réalisés à partir d'une arcade dentée ce qui impliquait une hauteur de vestibule trop importante et des dimensions supérieures à celle de l'arcade maxillaire d'un nourrisson. Toutefois, ces PE ont permis la réalisation des premières plaques de myostimulation au sein de l'UF. Il a ensuite été demandé au laboratoire de prothèse de réaliser des PE à partir des moulages obtenus.

Figure 11 : porte-empreinte utilisé dans l'UF d'odontologie du CHU de Lille, (A) vue de l'extrados, (B) vue sagittale, (C) vues de l'intrados (illustration personnelle).

De nombreuses doléances ont été recueillies auprès du praticien utilisant les PE :

- le PE nécessite d'être adapté à chaque utilisation par adjonction ou soustraction de matière ;
- le matériau peut se fissurer ou se fracturer s'il y a un défaut dans le PE ;
- le manche n'est pas toujours bien intégré à la base du PE ;
- le PE peut se fracturer sous la pression du doigt lors de la prise d'empreinte ;
- le PE ne peut pas être stérilisé, seule une désinfection est possible ;
- il y a un risque important de détérioration après plusieurs usages et envois au laboratoire.

4.5 Cahier des charges pour nos porte-empreintes

L'état de l'art des différents PE nous a permis de définir certains critères spécifiques afin d'assurer une précision et une fiabilité des empreintes.

- mise à disposition pour tous les praticiens ;
- le praticien doit obtenir un résultat satisfaisant dès la première empreinte. Ce paramètre est essentiel dans la prise en charge de ces patients.
- les PE doivent être facilement reproductibles en cas de perte ou fracture ;
- espacement de 1 mm par rapport au modèle sélectionné ;
- limites à 1 mm des fonds du vestibule du modèle sélectionné ;

- perforations de 3 mm afin de créer des rétentions pour l'hydrocolloïde irréversible ;
- bourrelet de stabilisation pour renforcer la structure et aider le praticien à maintenir le PE en bouche lors l'empreinte ;
- identification de la taille du PE de 1 à 4 pour faciliter son utilisation à partir de 3 mois jusqu'à l'éruption des dents temporaires ;
- le manche du PE doit avoir une morphologie à base large pour assurer la rigidité et une préhension adaptée par le praticien. Il doit être centré sur l'axe médian et ne doit pas interférer avec les limites, notamment celle du frein labial ;
- le PE doit être composé d'une résine biocompatible autoclavable de classe IIa selon les directives européennes afin d'être stérilisable ;
- l'épaisseur de couche d'impression doit être la plus fine possible, en adéquation avec le matériau et la technique additive utilisée, afin d'obtenir le meilleur état de surface possible.

5. Conception et fabrication de porte-empreintes pour la réalisation de plaque de myostimulation pour les enfants porteurs de trisomie 21 à partir de 3 mois

5.1 Analyses des anciens modèles en plâtre des patients porteurs de trisomie 21 avant l'éruption des dents temporaires

5.1.1 Mesures des modèles

65 modèles de patients porteurs de trisomie 21 avant éruption des dents temporaires ont été mis à disposition par le Professeur Delfosse. Ils ont été numérotés puis mesurés à l'aide d'un pied à coulisse électronique avec une précision de 0,01 mm (figure 12).

Figure 12 : 65 modèles mis à disposition par le Pr. Delfosse (illustration personnelle).

Quatre mesures ont été réalisées sur chaque modèle (figures 13-14) :

- zone 1 (1) : sagittale médiane ;
- zone 2 (2) : frontale antérieure (zone des bosses canines) ;
- zone 3 (3) : frontale postérieure (zone où les tubérosités maxillaires sont les plus larges) ;
- zone 4 (4) : palais (zone la plus profonde).

Figure 13 : illustration de l'utilisation du pied à coulisse électronique mis à disposition par la faculté (illustration personnelle)

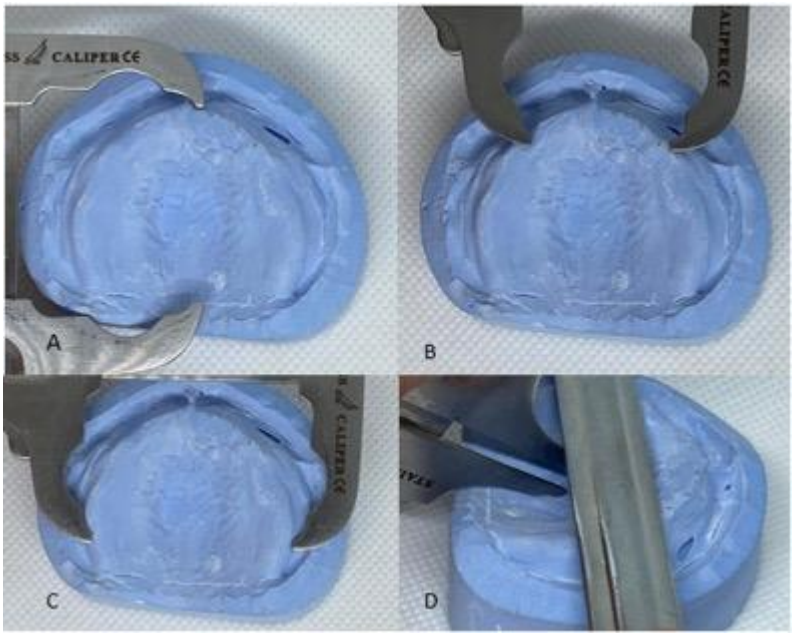


Figure 14 : mesure des modèles en plâtre zone 1 : sagittale médiane (A), zone 2 : frontale antérieure(B), zone 3 : frontale postérieure (C) et zone 4 : profondeur du palais (D) (illustration personnelle)

5.1.2 Sélection des modèles pour la réalisation des porte-empreintes

Les quatre mesures prises pour chacun des 65 modèles ont permis de calculer les premier, deuxième, troisième et quatrième quartiles de nos 4 types de mesures (tableau 3).

Tableau 3 : valeur des quartiles en fonction des 4 zones de mesures (en mm).

	Zone 1	**Zone 2**	**Zone 3**	**Zone 4**	**Numéro du modèle de référence**	**Nombre de modèles associés**
1er quartile	26,65	20,15	37,57	6,49	50	16
2ème quartile	28,13	21,43	38,51	6,99	59	16
3ème quartile	29,34	22,45	39,43	7,98	46	17
4ème quartile	32,55	27,26	43,15	10,31	6	16

Les modèles aux valeurs les plus proches de celles du quartile correspondant ont été retenus pour servir à la conception du PE (figure 15).

Figure 15 : modèles en platre sélectionnés pour la création des porte-empreintes de gauche à droite les modèles de la taille 1 à 4 (illustration personnelle).

5.2 Protocole de réalisation des porte-empreintes par Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur à l'aide du logiciel Dental Wings® de Straumann® et de l'imprimante Forms 2® de Formlabs®

5.2.1 Numérisation des modèles sélectionnés

Les modèles en plâtre sélectionnés pour concevoir les PE ont été scannés avec le scanner 3D 7series® de Dental Wings® (Straumann®) (figure 16). Les modèles ont été préalablement nettoyés à l'aide d'une brosse pour retirer les résidus de vernis encore présent sur le plâtre.

Figure 16 : scanner 3D 7series® de Dental Wings®.

Suite à la numérisation, les modèles ont été nettoyés à l'aide d'« outils de nettoyage » sur le logiciel Dental Wings®. Un détourage a été réalisé pour retirer le socle présent sur les modèles en plâtre initiaux. Celui-ci a permis de contrôler plus facilement les différentes étapes de conception des PE (figure 17). Un comblement des contre dépouilles a ensuite été réalisé selon un axe d'insertion vertical. Ce comblement a permis d'avoir une insertion simple et non iatrogène du PE (figure 18).

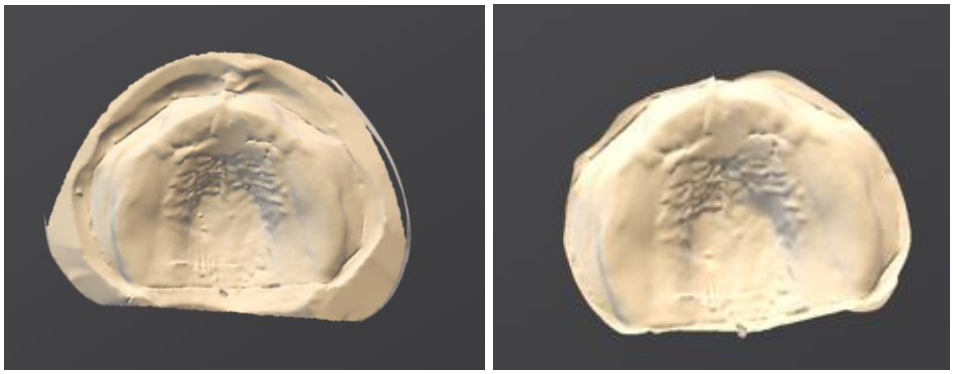


Figure 17 : scan du modèle en plâtre avant (A) et après détourage réalisé sur le logiciel Dental Wings® (Straumann®) (B) (illustration personnelle).

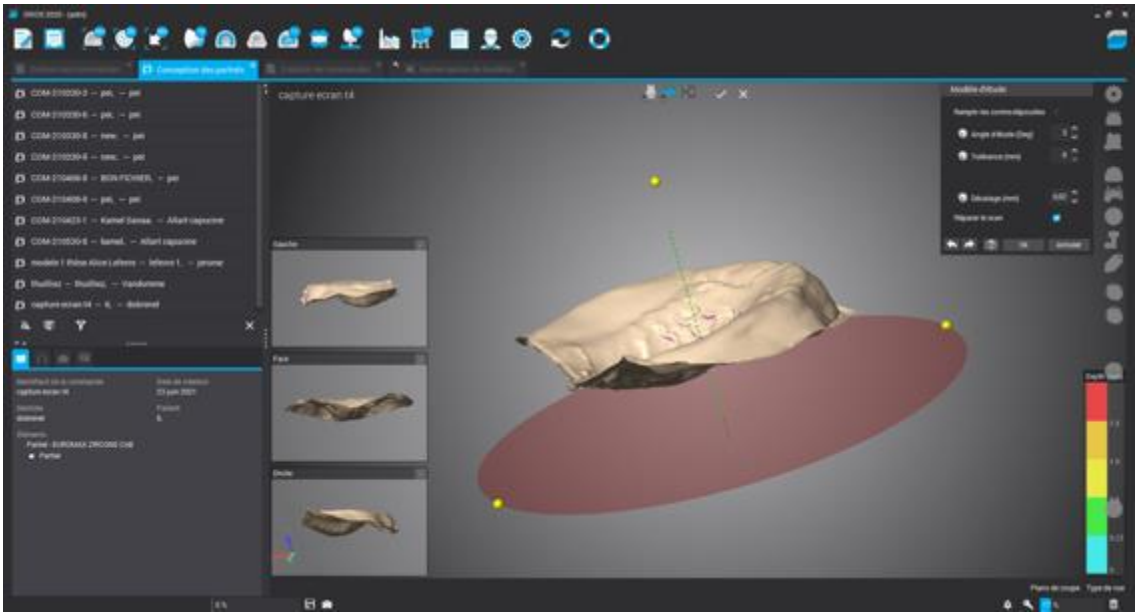


Figure 18 : détermination de l'axe d'insertion du porte-empreinte sur le logiciel Dental Wings® (Straumann®) (illustration personnelle).

5.2.2 Conception des porte-empreintes

Le tutoriel retraçant toutes les étapes de conception des porte-empreintes est en annexe (annexe 1).

Une cire d'espacement de 0,5 mm a été tracée à 1 mm du fond de vestibule et du joint vélo-palatin en incluant les crêtes maxillaires et le palais pour atténuer les reliefs osseux qui pourraient interférer avec la conception du PE (figure 19).

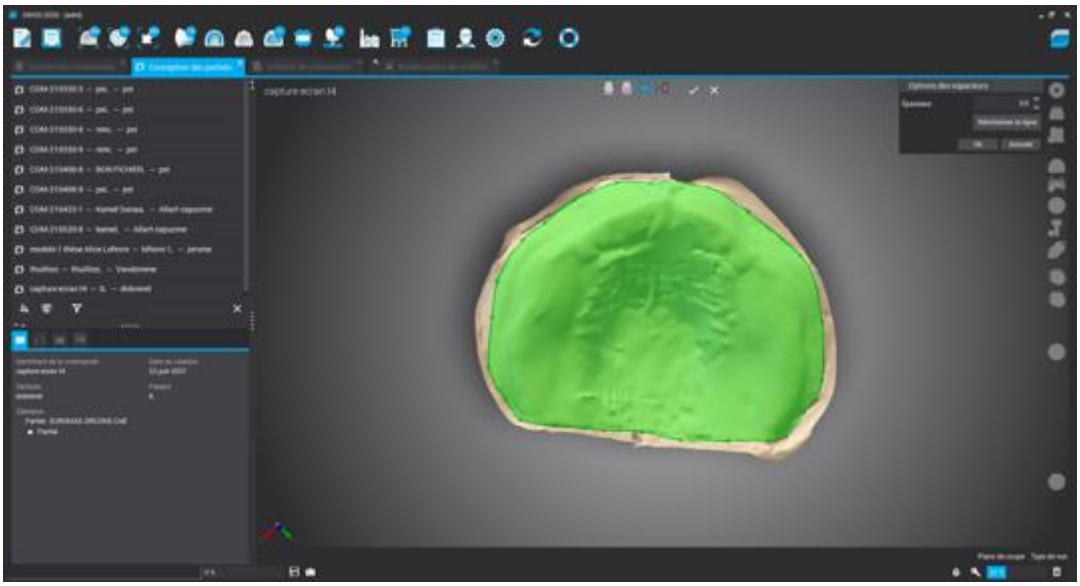


Figure 19 : espacement de 0,5 mm entre la base du porte-empreinte et le modèle réalisé sur le logiciel Dental Wings® (Straumann®) (illustration personnelle).

Le PE a été conçu à l'aide de l'outil « grille » dans « conception de partiel ». L'épaisseur a été réglée à 1,5 mm, le décalage à 0,5 mm, et le diamètre des perforations à 3 mm (figure 20-21). Aucune perforation n'a été positionnée au niveau de la limite du PE.

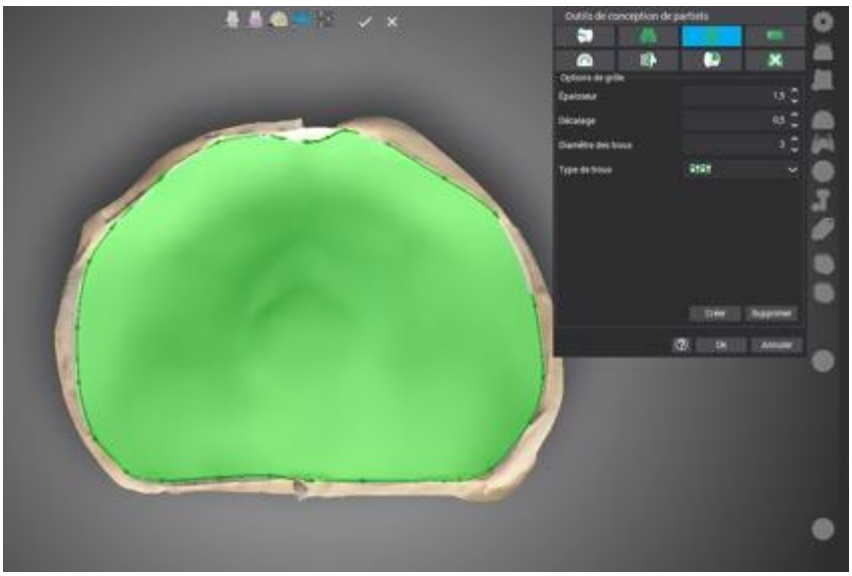


Figure 20 : tracé des limites du porte-empreinte avec l'outil « grille » (illustration personnelle).

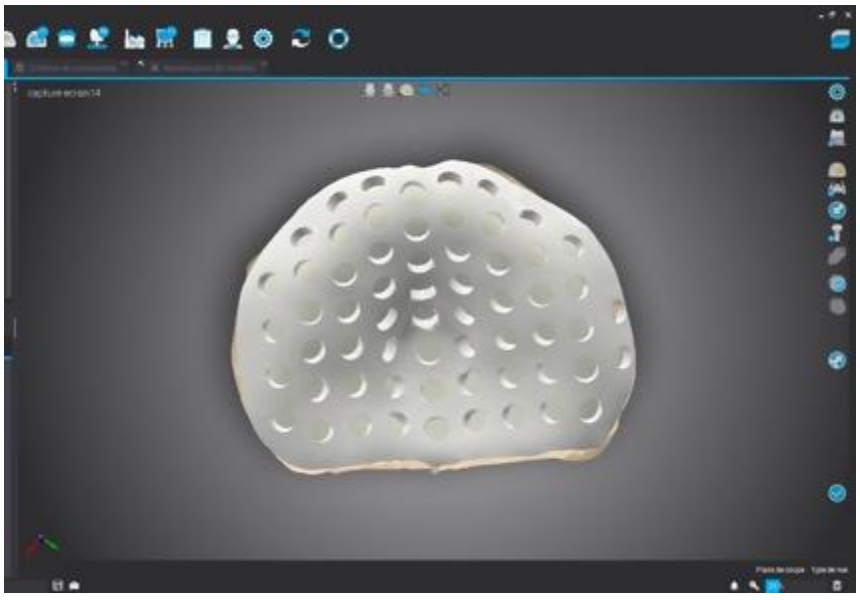


Figure 21 : base du porte-empreinte (illustration personnelle).

Le bourrelet de stabilisation a permis de renforcer la structure du PE et caler le doigt du praticien. Sa conception a été réalisée avec l'outil « plaques proximales » dans « conception de partiel ». Les paramètres renseignés ont été :

- largeur : 3,5mm ;
- hauteur : 1,5 mm ;
- décalage : 2 mm (espaceur de 0,5 mm + épaisseur du PE de 1,5mm) ;

- finition : ligne droite ;
- forme géométrique : arrondie.

Le bourrelet de stabilisation a été positionné à proximité de la ligne faitière des crêtes et légèrement plus en palatin pour faciliter le maintien du PE par le praticien tout en renforçant la structure (figure 22).

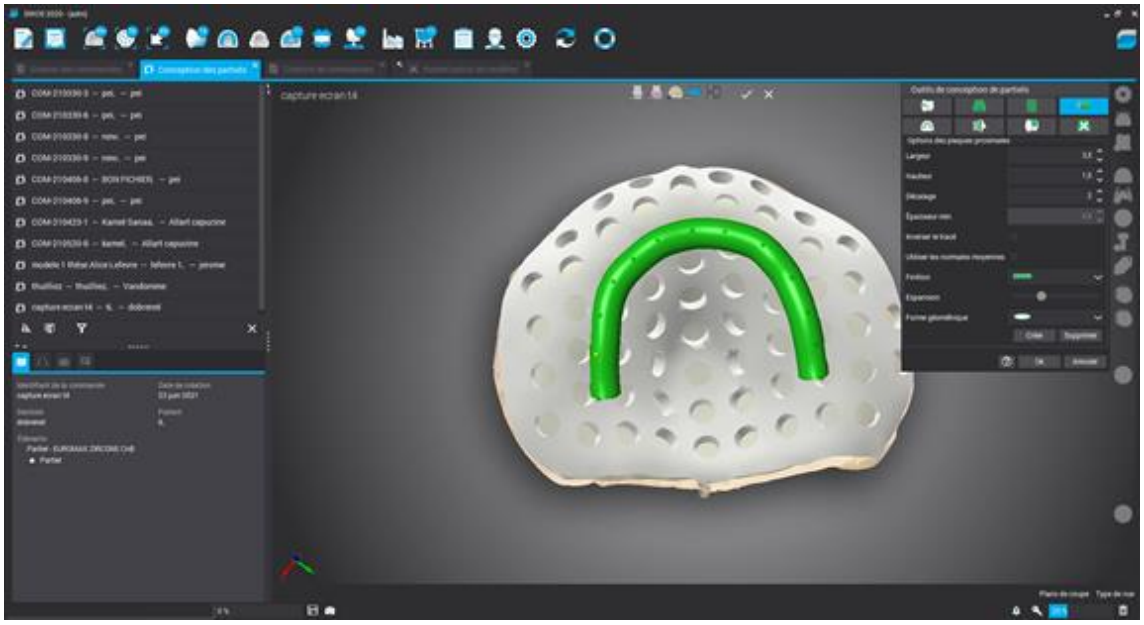


Figure 22 : création du bourrelet de stabilisation (illustration personnelle).

Le manche du PE a été sélectionné depuis des modèles préexistants dans la base de données (figure 23). Le manche à base large (figure 23.C) a ensuite été modifié à l'aide de l'outil « transformation ». Sa taille a été adaptée (environ 15 mm de long pour 18 mm de large selon la taille du PE) puis il a été orienté et centré au niveau du modèle sans interférence avec les limites du PE (figure 24). Suite à la fusion des éléments, la jonction entre le manche et le PE a été consolidée (figure 25).

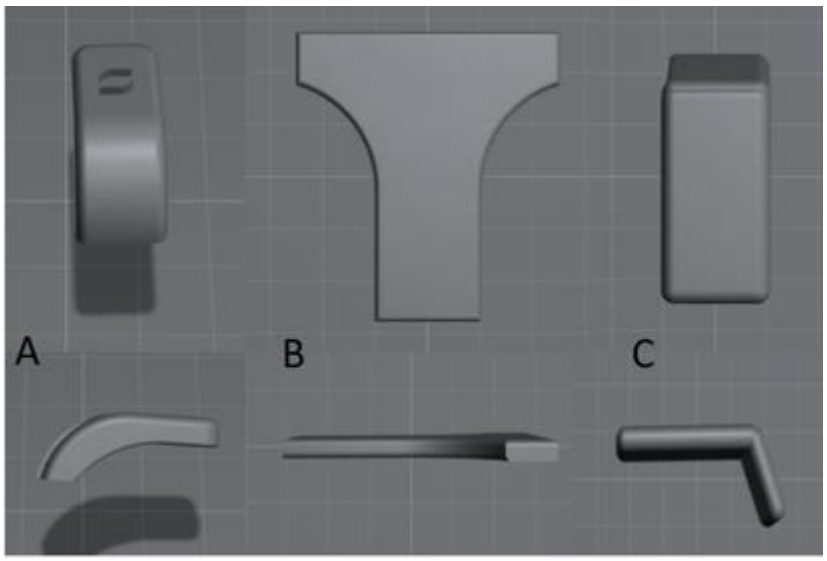


Figure 23 : représentations des modèles des manches disponibles, vue supérieure et de profil (illustration personnelle).

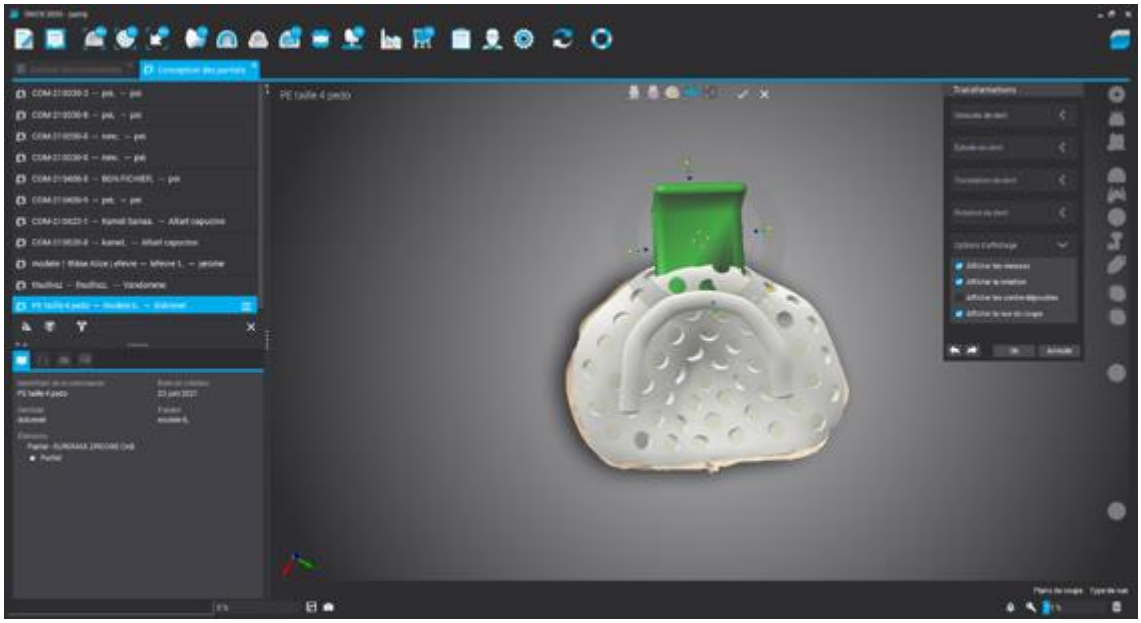


Figure 24 : modifications et réglages du manche du porte-empreinte (illustration personnelle).

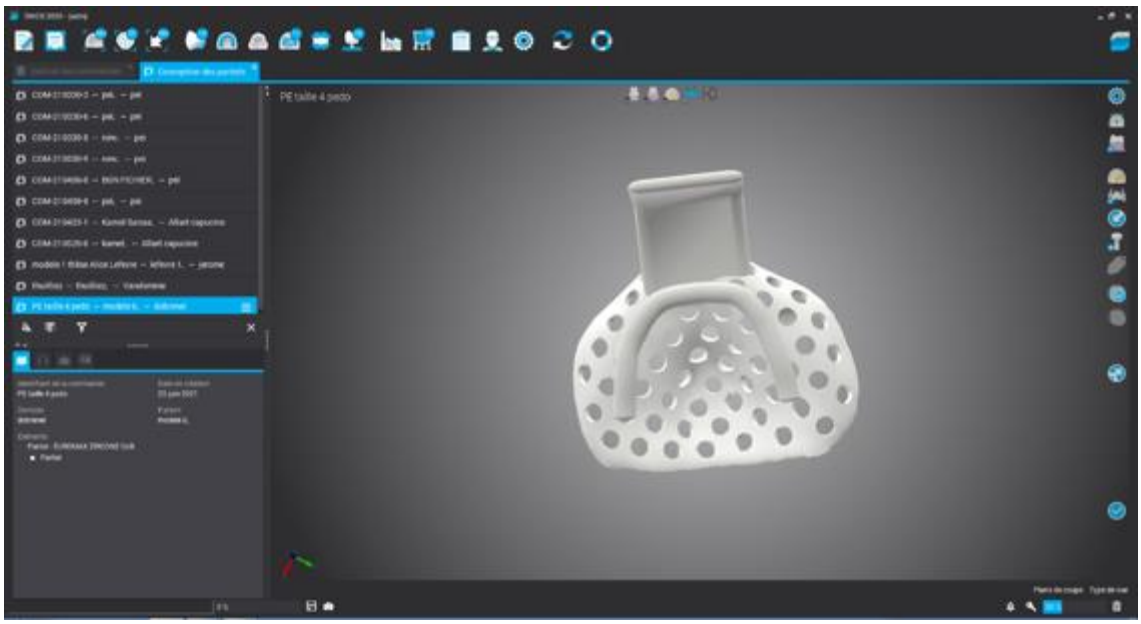


Figure 25 : fusion du manche avec le porte-empreinte (illustration personnelle).

Suite à la fusion, une première étiquette « CHR Lille » a été gravée à une profondeur de 1,5 mm et une hauteur entre 2 et 3,5 mm selon la taille du PE. Une deuxième étiquette a ensuite été créée selon la taille du PE : T1, T2, T3 ou T4 (figures 26-27). Enfin, les PE ont été enregistrés en fichier .STL afin d'être importés dans le logiciel de mise en forme (Preform®, Formlabs®).

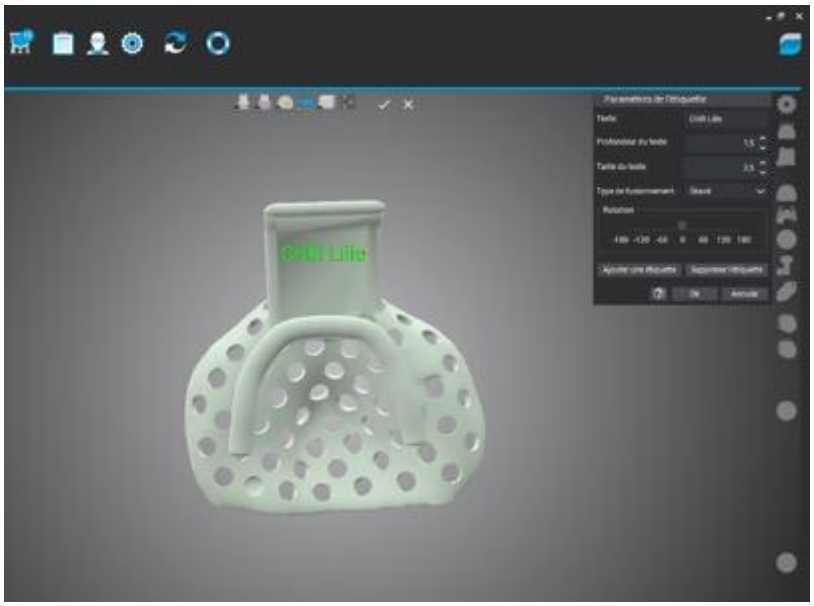


Figure 26 : création de l'étiquette du porte-empreinte sur Dental Wings® (Straumann®) (illustration personnelle).

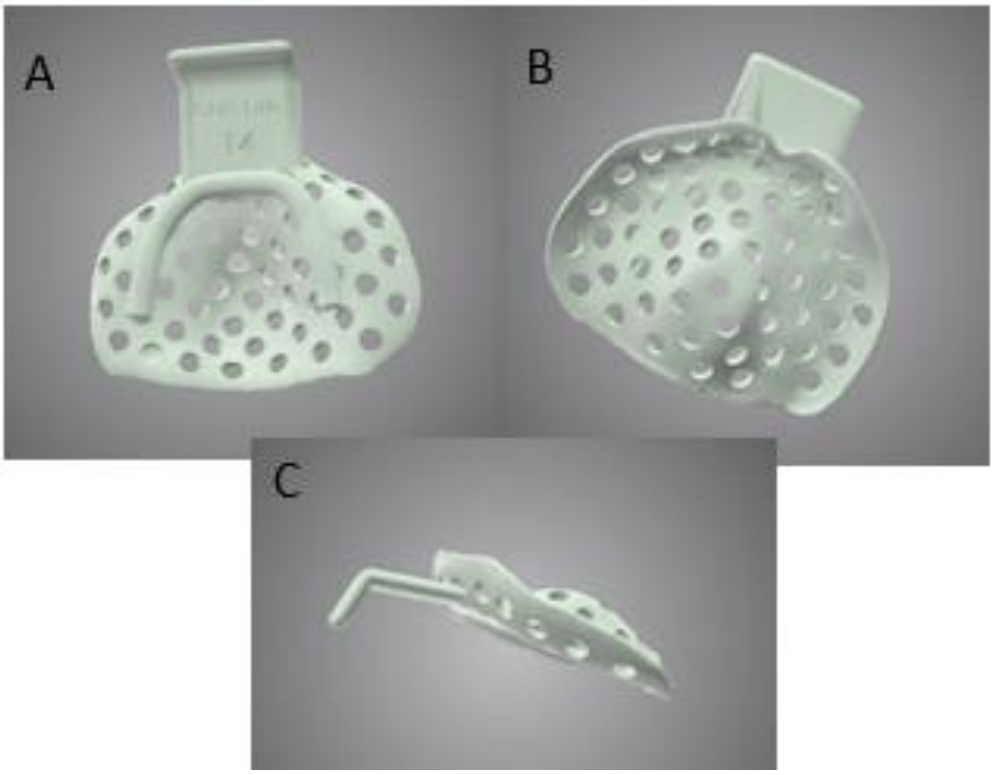


Figure 27 : modélisation finale du porte-empreinte vue de l'extrados (A), l'intrados (B), en sagittal (C) sur le logiciel Dental Wings® (Straumann®) (illustration personnelle).

5.2.3 Mise en forme des porte-empreintes

5.2.3.1 Rappels sur la SLA

La fabrication assistée par ordinateur permet la fabrication d'un modèle numérique le plus souvent en .STL. La technique soustractive est précise et reproductible mais entraine une perte importante du consommable. La technique additive permet de pallier cette limite. Parmi les différents procédés, la stéréolithographie (SLA) est la technique additive permettant l'obtention du meilleur état de surface et des meilleures propriétés mécaniques [28,29]. De plus, des résines biocompatibles et stérilisables à base d'acrylate sont déjà commercialisées pour une utilisation dentaire (Dental SG®, Formlabs®).

Le principe de la SLA repose sur la photopolymérisation en couches successives d'une résine liquide photosensible à l'aide d'une source UV [28]. La pièce est ainsi formée progressivement couche après couche sur un plateau mobile verticalement de support pour maintenir l'objet sur le plateau.

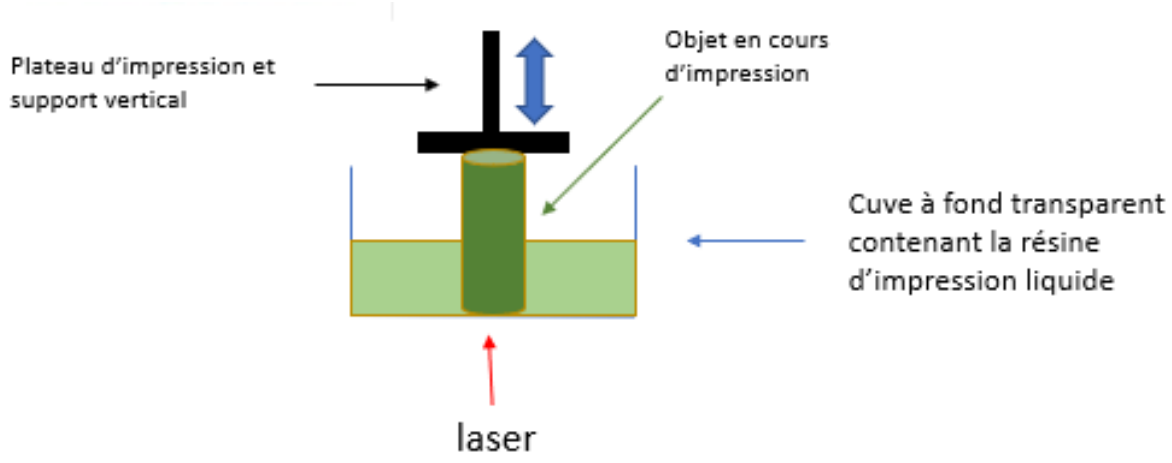


Figure 28 : illustration du principe de SLA (illustration personnelle)

Suite à un nettoyage de la pièce dans l'alcool isopropylique, une post-polymérisation permet d'augmenter ses propriétés mécaniques ainsi que son taux de conversion des monomères résiduels [26,28]. Enfin, les supports sont retirés et les surfaces polies.

5.2.3.2 Mise en forme des porte-empreintes

Des supports ont été modélisés pour maintenir nos PE sur le plateau lors de la mise en forme par stéréolithographie (0,4 mm d'épaisseur à la pointe) (figure 29). L'épaisseur des couches a été de 100 µm avec la résine Dental SG® de Formlabs®. Cette résine est indiquée pour la mise en forme de guides chirurgicaux stérilisables. La durée de fabrication simultanée des 4 PE a été d'environ 1h45 (figure 30).

Figure 29 : *préparation des porte-empreintes sur le logiciel Preform® (illustration personnelle)*

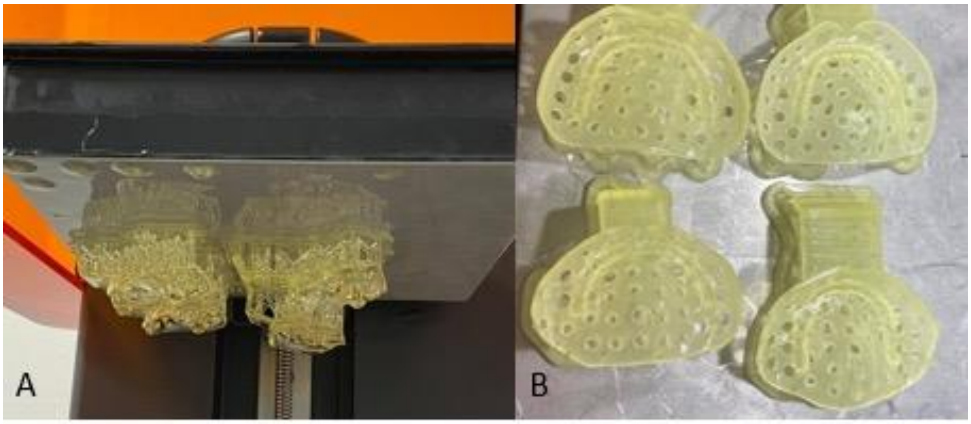


Figure 30 : vue des porte-empreintes dans la Forms2® (Formlabs®) (A) puis vue de l'intrados (B).

Suite à la fabrication, les PE ont été nettoyés 20 minutes dans de l'alcool isopropylique (FormWash®, Formlabs®) (figure 31). Les pièces ont ensuite été post-polymérisées 60 minutes à 60°C dans un four UV à 405 nm (FormCure®, Formlabs®) (figure 32).

Figure 31 : mise en place du plateau dans la Form Wash® (Formlabs®) (illustration personnelle).

Figure 32 : vue sagittale et frontale de 2 porte-empreintes avec les supports (illustration personnelle).

Enfin, les supports ont été éliminés à l'aide d'une pince coupante. Les finitions ont été réalisées à l'aide d'un scalpel et d'une fraise résine sur pièce à main (figure 33).

Figure 33 : rendu final des 4 porte-empreintes (illustration personnelle).

6. Utilisation des porte-empreintes conçus par conception et fabrication assistées par ordinateur dans le service d'odontologie du centre hospitalier universitaire de Lille

Les PE ont été utilisés au sein de l'UF d'odontologie pédiatrique du CHU de Lille par le Pr Delfosse sur 2 patients. Selon le praticien, la prise d'empreinte semble avoir été plus facile et plus rapide pour un résultat plus satisfaisant. Le praticien a affirmé avoir réalisé un enregistrement satisfaisant dès le premier essai grâce au meilleur respect de l'anatomie de ces PE. Enfin, le PE lui a également semblé plus solide (figure 34).

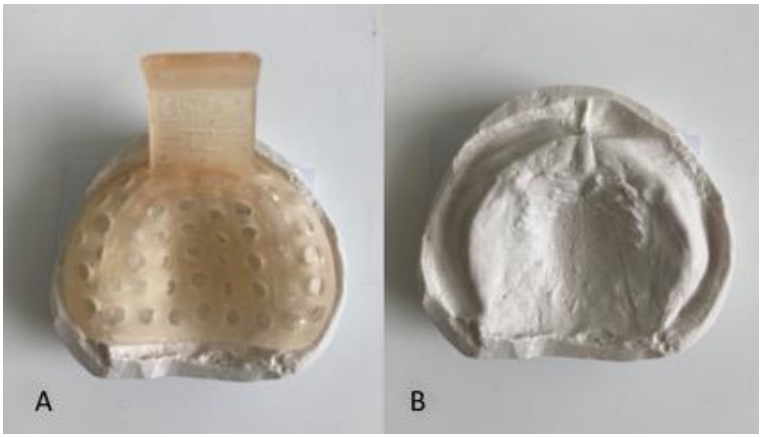


Figure 34 : modèle (B) obtenu avec le PE taille 2 (A) (illustration du Pr Delfosse).

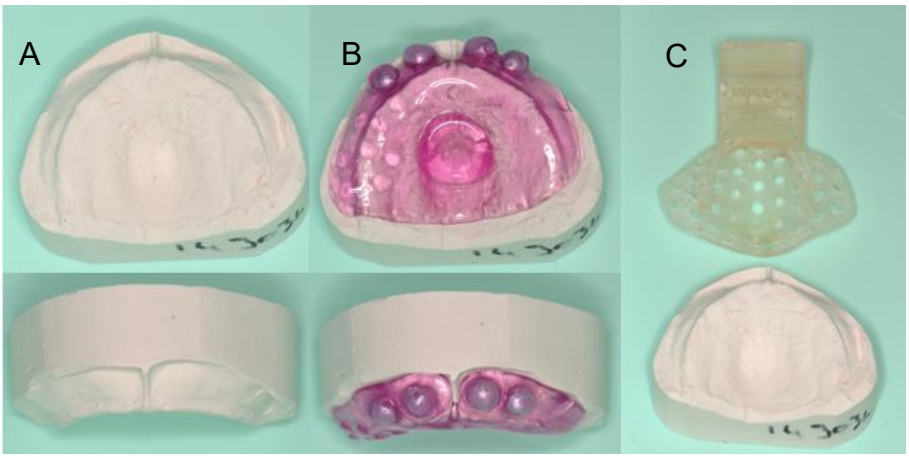


Figure 35 : modèle (A) obtenu avec le PE taille 3 (C) et la plaque de myostimulation réalisée (B) (illustration du Pr Delfosse).

7. Discussion et perspective

Selon certains auteurs, le traitement par l'association d'une plaque de myostimulation avec une stimulation par massages de la sphère oro-faciale permet d'améliorer le développement et la qualité de vie des enfants porteurs de trisomie 21 [17]. Son efficacité semble améliorée par un traitement précoce à partir du 3ème mois. Le protocole de réalisation de cette plaque myostimulation nécessite une empreinte maxillaire du patient. A notre connaissance aucun système standardisé ne permet aujourd'hui la réalisation de ces empreintes pour ces nourrissons. Le but de ce travail a donc été de développer des PE stérilisables et standardisés pour les nourrissons porteurs de trisomie 21 afin d'améliorer leur prise en charge à partir de 3 mois jusqu'à l'éruption des premières dents temporaires au maxillaire.

Concernant l'analyse des modèles plâtres, nous avons envisagé dans un premier temps d'utiliser le logiciel de contrôle tridimensionnel (Geomagic control X®, 3Dsystems®) afin de faciliter les mesures. Cependant, le logiciel a imposé un placement manuel des points par l'utilisateur pour chaque mesure des 65 modèles. De plus, les points de repères pour les mesures ont été plus difficiles à mettre en évidence que sur les modèles en plâtre. La méthode d'évaluation manuelle à l'aide d'un pied à coulisse électronique a donc été retenue pour cette analyse.

En détournant l'utilisation d'un logiciel conçu à la base pour la conception d'armature de prothèse amovible partielle métallique ou de restauration coronaire, nous avons pu réaliser des PE adaptés aux nourrissons porteurs de trisomie 21 à partir de 3 mois jusqu'à l'éruption des dents temporaires. A la suite du premier essai de mise en forme, les manches des PE ont dû être modifiés. En effet, le manche était initialement proportionnel à la taille du PE, celui-ci a donc été surdimensionné afin d'assurer la préhension et faciliter la manipulation par le praticien.

La mise en forme des PE a mis en évidence la nécessité de parfaire le polissage des PE. Bien que les limites aient été arrondies sur le fichier de conception, l'épaisseur des couches à 50 µm a entrainé un effet de stries sur les limites et a dégradé l'état de surface. Cet aspect rugueux du PE peut être à l'origine d'une réaction d'évitement de l'enfant lors de la prise d'empreinte. Ainsi, les résidus de supports et la limites du PE ont été adoucis avec des fraises résine et de polissage après le post traitement

Ces PE ont été mis à disposition des praticiens de l'UF d'odontologie pédiatrique du CHU de Lille. Nous envisageons de donner un accès encadré aux fiches de conception (Annexe 12.1) et aux fichiers d'impression pour les autres praticiens par le biais d'une publication.

En perspective de ce travail nous envisageons de réaliser la plaque de myostimulation par conception et fabrication assistées par ordinateur afin de limiter l'effet opérateur dépendant et ainsi améliorer la prise en charge des patients porteurs de trisomie 21.

8. Conclusion

Les patients porteurs de trisomie 21 présentent une anomalie chromosomique associée à des troubles généraux comme des anomalies cardiaques ou encore une déficience mentale. La prévalence de cette pathologie est de 0,1% par rapport à la population générale. Concernant la sphère oro-faciale, un retard de croissance du maxillaire est associé à une langue et des lèvres hypotoniques. Une prise en charge oro-faciale précoce de ces patients à partir de 3 mois permettrait d'améliorer leur développement et leur qualité de vie. Son traitement repose sur le port d'une paque de myostimulation associée à des stimulations par massages.

La fabrication de la plaque de myostimulation nécessite la réalisation d'une empreinte du maxillaire du nourrisson. L'empreinte optique intra-buccale est prometteuse. Cependant, celle-ci n'est pas adaptée pour les nourrissons de 3 mois. Une empreinte physique doit donc être réalisée. A notre connaissance, aucun PE adapté et standardisé n'est disponible pour ces patients. Les praticiens utilisent alors la technique de l'empreinte au doigt ou encore des PE issus de leur collection personnelle. Ces PE sont réalisés sur des moulages théoriques ou d'anciens patients. Cependant, le défaut d'adaptation augmente le risque d'inhalation du matériau par le patient.

En détournant des logiciels conçus à la base pour la CFAO de restaurations prothétiques, nous avons pu concevoir des PE standardisés pour les patients porteurs de trisomie 21 à partir de 3 mois jusqu'à l'éruption des dents temporaires, stérilisables et disponibles sous forme de fichiers .STL. Ce format a pour but de faciliter l'accès aux autres praticiens. En effet, une diffusion encadrée en libre accès pourrait aider à une meilleure prise en charge des enfants porteurs de trisomie 21.

9. Références bibliographiques

[1] Kaczorowska N, Kaczorowski K, Laskowska J, Mikulewicz M. Down syndrome as a cause of abnormalities in the craniofacial region: a systematic literature review. Adv Clin Exp Med. 2019;28:1587–92.

[2] Desai SS. Down syndrome. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology. 1997;84:279–85.

[3] Carrada CF, Scalioni FAR, Abreu LG, Ribeiro RA, Paiva SM. Impact of oral conditions of children/adolescents with Down syndrome on their families' quality of life. Spec Care Dent. 2019;40:175-83.

[4] Carlstedt K, Dahllöf G, Nilsson B, Modéer T. Effect of palatal plate therapy in children with Down syndrome A 1-year study. Acta Odontol Scand. 1996;54:122–5.

[5] De Freminville B, Nivelon DA, Touraine DR. Medical follow-up of person with Down's syndrom. 2nd ed. Saint-Etienne : Trisomie21 France ; 2008 :85-6.

[6] de Lyon C, de Saint-Etienne C. Protocole National de Diagnostic et de Soins. Saint-Etienne : Trisomie21 France ; 2020 :8-11.

[7] Areias C, Sampaio-Maia B, Macho V, Norton A, Macedo P, de Andrade DC. Oral health in down syndrome. London: Health problems in Down Syndrome. 2015:45-62

[8] Sixou JL. Aspects bucco-dentaires de la trisomie 21 chez l'enfant. Arch Pédiatrie. 2008;15:852–4.

[9] Shuzo M, Komori S, Takashima T, Lopez G, Tatsuta S, Yanagimoto S, Warisawa S, Delaunay JJ, Yamada I. Wearable eating habit sensing system using internal body sound. J. Adv. Mech. 2010;4(1):158-66.

[10] Alió J, Lorenzo J, Iglesias MC, Manso FJ, Ramírez EM. Longitudinal maxillary growth in Down syndrome patients. Angle Orthod. 2011;81:253–9.

[11] Amano A, Murakami J, Akiyama S, Morisaki I. Etiologic factors of early-onset periodontal disease in Down syndrome. Jpn Dent Sci Rev. 2008;44:118–27.

[12] Mishra D, Bablani Popli D, Chowdhry A, Thapar R, Gupta P, Mishra S. Dentofacial and cranial changes in Down syndrome. Osong Public Health Res Perspect. 2014;5:339–44.

[13] Pilcher E. Dental care for the patient with Down syndrome. Syndr Res Pract. 1998;5:111–6.

[14] Moraes MEL de, Moraes LC de, Dotto GN, Dotto PP, Santos LR de A dos. Dental anomalies in patients with down syndrome. Braz Dent J. 2007;18:346–50.

[15] Sixou J-L, Vernusset N, Daigneau A, Watine D, Marin L. Orofacial therapy in infants with Down syndrome. J Dentofac Anom Orthod. 2017;20:108-16.

[16] Grieco J, Pulsifer M, Seligsohn K, Skotko B, Schwartz A. Down syndrome: Cognitive and behavioral functioning across the lifespan. Am J Med Genet C Semin Med Genet. 2015;169:135–49.

[17] Sixou J-L, Vernusset N, Daigneau A, Watine D, Marin L. Interception fonctionnelle chez le nourrisson porteur de trisomie 21. Rev Orthopédie Dento-Faciale. 2016;50:409–17.

[18] Javed F, Akram Z, Barillas AP, Kellesarian SV, Ahmed HB, Khan J, et al. Outcome of orthodontic palatal plate therapy for orofacial dysfunction in children with Down syndrome: a systematic review. Orthod Craniofac Res. 2018;21:20–6.

[19] Bhagyalakshmi G, Renukarya A, Rajangam S. Metric analysis of the hard palate in children with Down syndrome - a comparative study. Syndr Res Pract. 2007;12:55–9.

[20] Zavaglia V, Nori A, Mansour N. Long term effects of the palatal plate therapy for the orofacial regulation in children with down syndrome. J Clin Pediatr Dent. 2004;28:89–93.

[21] Limbrock GJ, Fischer-Brandies H, Avalle C. Castillo-Morales' orofacial therapy: treatment of 67 children with Down syndrome. Dev Med Child Neurol. 2008;33:296–303.

[22] Kalaskar R, Bhaje P, Balasubramanian S, Kalaskar A. Effectiveness of the novel impression tray "cleftray" for infants with cleft lip and palate: a randomized controlled clinical trial. J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg. 2021;47:82–90.

[23] Mello BZF, Fernandes VM, Carrara CFC, Machado MAAM, Garib DG, Oliveira TM. Evaluation of the intercanine distance in newborns with cleft lip and palate using 3D digital casts. J Appl Oral Sci. 2013;21:437–42.

[24] Lipp MJ, Lubit EC. An impression procedure for the neonatal patient with a cleft palate. Spec Care Dentist. 1988;8:224–7.

[25] Xepapadeas AB, Weise C, Frank K, Spintzyk S, Poets CF, Wiechers C, et al. Technical note on introducing a digital workflow for newborns with craniofacial anomalies based on intraoral scans - part I: 3D printed and milled palatal stimulation plate for trisomy 21. BMC Oral Health. 2020;20:20-28.

[26] Xepapadeas AB, Weise C, Frank K, Spintzyk S, Poets CF, Wiechers C, et al. Technical note on introducing a digital workflow for newborns with craniofacial anomalies based on intraoral scans - part II: 3D printed Tübingen palatal plate prototype for newborns with Robin sequence. BMC Oral Health. 2020;20:171-78.

[27] Revilla-Leòne M, Özcan M. Additive manufacturing technologies used for processing polymers: current status and potential applications in prosthetic dentistry. J prosthodont . 2019;28:146-58.

[28] Yasaman ES, Baneen Qallandar O, Evenden J, Alifui-Segbaya F, Elsayed Ahmed K. Accuracy of 3-Dimensionally printed full-arch dental models: a systematic review. J Clin Med. 2020;9:3357-65.

10. Table des illustrations

Figure 1 : variations ostéocrâniennes entre l'adulte normal et l'adulte T21 [9]……...*21*

Figure 2 : photographies de patients présentant des chéilites [7]……..*21*

Figure 3 : photographies de patients avec une macroglossie [7]…….....*22*

Figure 4 : photographies de patients présentant des fissures labiales [7]……....*22*

Figure 5 : photographies d'enfants présentant une respiration buccale [7]……..*24*

Figure 6 : illustration personnelle des gestes de massages faciaux réalisée d'après une vidéo de l'Institut Lejeune……26

Figure 7 : illustration personnelle des gestes de massages intra-oraux réalisée d'après une vidéo de l'Institut Lejeune……..26

Figure 8 : schéma de profil (A) et photographies de face (B) représentants un patient sans et avec la plaque de myostimulation [7] *(photographies : illustration du Pr Delfosse)……28*

Figure 9 : plaque de myostimulation (avec une tétine [7]*) (illustrations du Pr Delfosse)……....29*

Figure 10 : plaques palatines avec différents dispositifs de stimulation (vue horizontale et frontale) [11]…….. *30*

Figure 11 : photographies d'un porte-empreinte utilisé dans le service d'odontologie du CHU de Lille, (A) vue de l'extrados, (B) vue sagittale, (C) vues de l'intrados (illustration personnelle) …… …33

Figure 12 : Représentations des modélisations des manches disponibles, vue supérieure et de profil, (illustration personnelle) ……35

Figure 13 : photographie des 65 modèles mis à disposition par le Pr. Delfosse (illustration personnelle)……..36

Figure 14 : Illustration de l'utilisation du pied à coulisse électronique mis à disposition par la faculté (illustration personnelle) ……..36

Figure 15 : mesure des modèles en plâtre zone 1 (A), zone 2 (B), zone 3 (C) et zone 4 (D) (utilisation d'un pied à coulisse classique uniquement pour illustrer la prise des mesures à postériori, illustration personnelle)……...37

Figure 16 : Modèles en platre sélectionnés pour la création des portes-empreintes de gauche à droite les modèle de la taille 1 à 4 (illustration personnelle)……..38

Figure 17 : scanner 3D 7series® de Dental Wings® (site commerçant de la *marque) ……..39*

Figure 18 : scan du modèle en plâtre avant (A) et après détourage réalisé sur le logiciel Dental Wings® (Straumann®) (B) (illustration personnelle)……...39

Figure 19 : détermination de l'axe d'insertion du porte-empreinte sur le logiciel Dental Wings® (Straumann®). (illustration personnelle)……..40

Figure 20 : espacement de 0,5 mm entre la base du porte-empreinte et le modèle réalisé sur le logiciel Dental Wings® (Straumann®) (illustration personnelle)……..41

Figure 21 : tracé des limites du porte-empreinte avec l'outil « grille » (illustration personnelle)……41

Figure 22 : base du porte-empreinte (illustration personnelle)……..42

Figure 23 : création du bourrelet de stabilisation (illustration personnelle)……..43

Figure 24 : modifications et réglages du manche du porte-empreinte (illustration personnelle)……43

Figure 25 : fusion du manche avec le porte-empreinte (illustration personnelle)……*44*

Figure 26 : création de l'étiquette du porte-empreinte sur Dental Wings® (Straumann®) (illustration personnelle)……..44

Figure 27 : modélisation finale du porte-empreinte vue de l'extrados (A), l'intrados (B), en sagittal (C) sur le logiciel Dental Wings® (Straumann®) (illustration personnelle)……45

Figure 28 : Illustration du principe de SLA (illustration personnelle)……..46

Figure 29 : *préparation des PE pour l'impression sur le logiciel Preform (illustration personnelle)……47*

Figure 30 : vue des portes-empreintes dans l'imprimante (A) puis vue de l'intrados (B) (illustration personnelle)……*47*

Figure 31 : mise en place du plateau dans la Form Wash® (Formlabs®) (illustration personnelle)……48

Figure 32 : vue sagittale et frontale de 2 portes-empreintes avec les supports (illustration personnelle)……48

Figure 33 : rendu final des 4 portes-empreintes (illustration personnelle)……48

Figure 34 : modèle (B) obtenu avec le PE taille 2 (A) (illustration du Pr Delfosse, cas clinique n°1)……..49

Figure 35 : modèle (A) obtenu avec le PE taille 3 (C) et la plaque de myostimulation réalisée (B) (illustration du Pr Delfosse, cas clinique n°2)……49

11. Tables des tableaux

Tableau 1 : syndrome oro-facial associé à la trisomie 21 [8]……..….20

Tableau 2 : avantages et inconvénients des plaques de stimulation, basés sur les différentes études menées sur le sujet [15]……...28

Tableau 3 : quartiles des valeurs en fonction des 4 zones de mesures (en mm)……...37

12. Annexe

12.1 Tutoriel de conception des porte-empreintes

Université de Lille · ufr3s faculté d'odontologie · dental wings

Tutoriel

Conception par CFAO de porte-empreintes adaptés aux enfants porteurs de trisomie 21 pour la confection de plaques de myostimulation

Université de Lille

Joséphine Dobrenel & Dr. Dehurtevent - 2021

Utilisation de Dental Wings® : généralités

Clic gauche : modifier orientation du modèle (rotation 3D)

\+ ctrl Modifier orientation du modèle dans un plan (rotation 2D)

Clic molette : translater le modèle en conservant son orientation

→ *Zoom : molette +/-*

→ *Gestion des points :*

- *Cliquer sur un point déjà créé le supprime.*
- *Maintenir cliqué sur un point permet de le déplacer.*

2

Utilisation de Dental Wings® : généralités

- *Chaque élément est modifiable après avoir déjà été validé.*
- *A chacune des étapes, suivre les onglets de haut en bas.*

3

Chronologie en CAO

1- Etapes préliminaires à la conception du porte-empreinte

- *Création de commande*
- *Scan du modèle*
- *Préparation du scan*
- *Paramètres de base du paralléliseur*

2- ***Conception du porte-empreinte***

- *Espaceur*
- *Limites du porte-empreinte*
- *Bourrelet de stabilisation*
- *Importation du manche*
- *Etiquette d'identification*

4

Chronologie en CAO

1- Etapes préliminaires à la conception du porte-empreinte

- *Création de commande*
- *Scan du modèle (ou importation si scan déjà réalisé)*
- *Paramètres de base du paralléliseur*

5

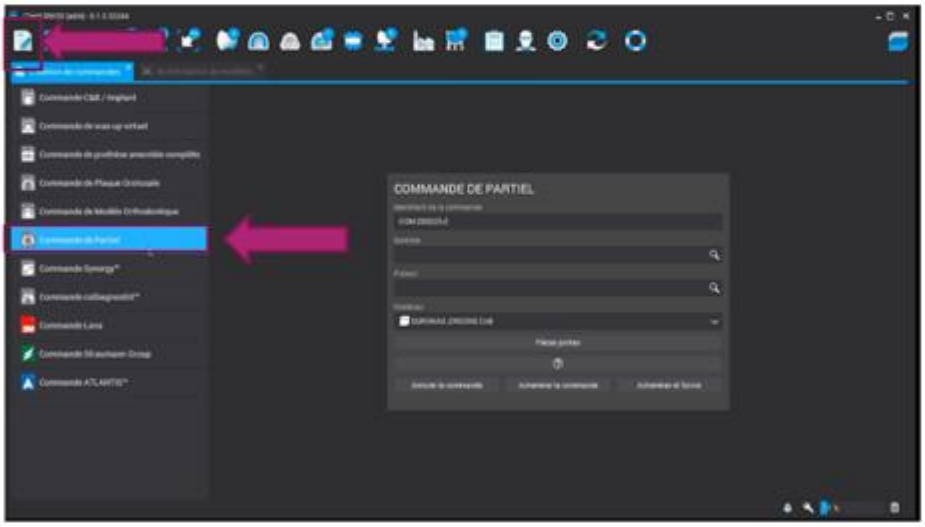
Création de commande (1/3)

- *Outil de conception*
- *Client DW*

6

Création de commande (2/3)

- *1er onglet à gauche : Création de commande*
- *6ème onglet dans la colonne de gauche : Commande de partiel*

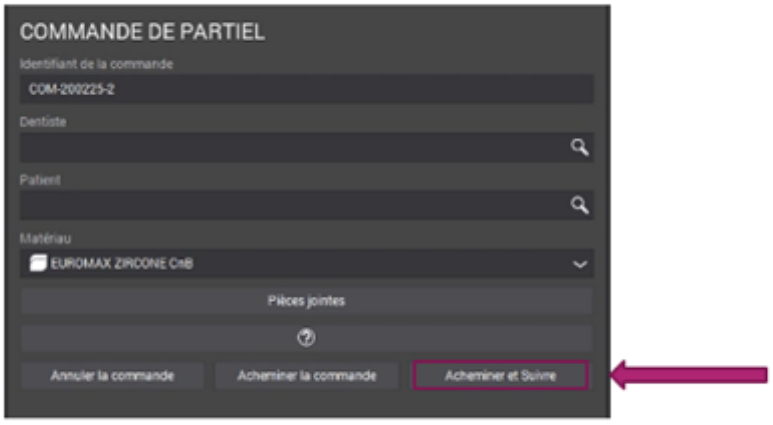


7

Création de commande (3/3)

- *Remplir la commande :*
  -Identifiant de la commande: PEI taille 1, par exemple
  -Dentiste : votre nom
  - Patient: numéro du modèle
  -Matériau: ne pas modifier, pas besoin de renseigner pour notre cas, l'impression se faisant sur place

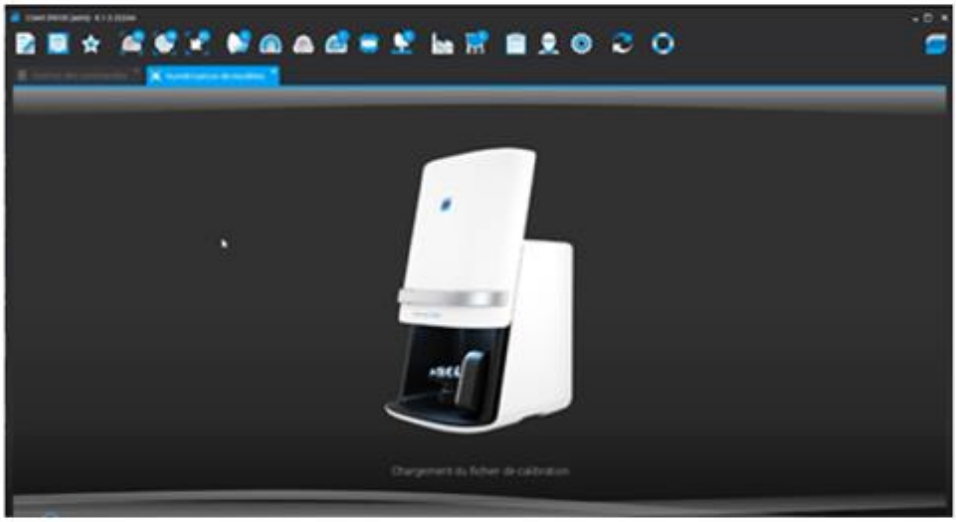
- *Sélectionner « Acheminer et suivre »*



8

Scan du modèle (1/5)

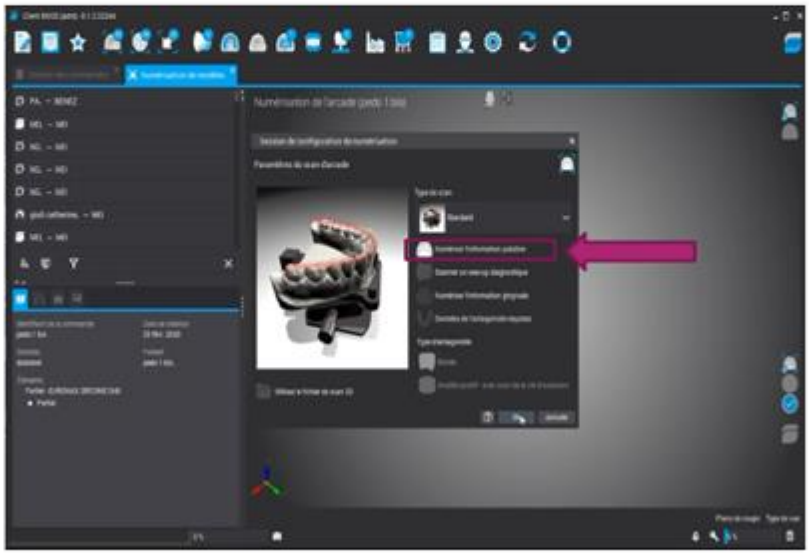
- *Numérisation de modèles avec le scanner 3D 7series de Dental Wings®*



9

Scan du modèle (2/5)

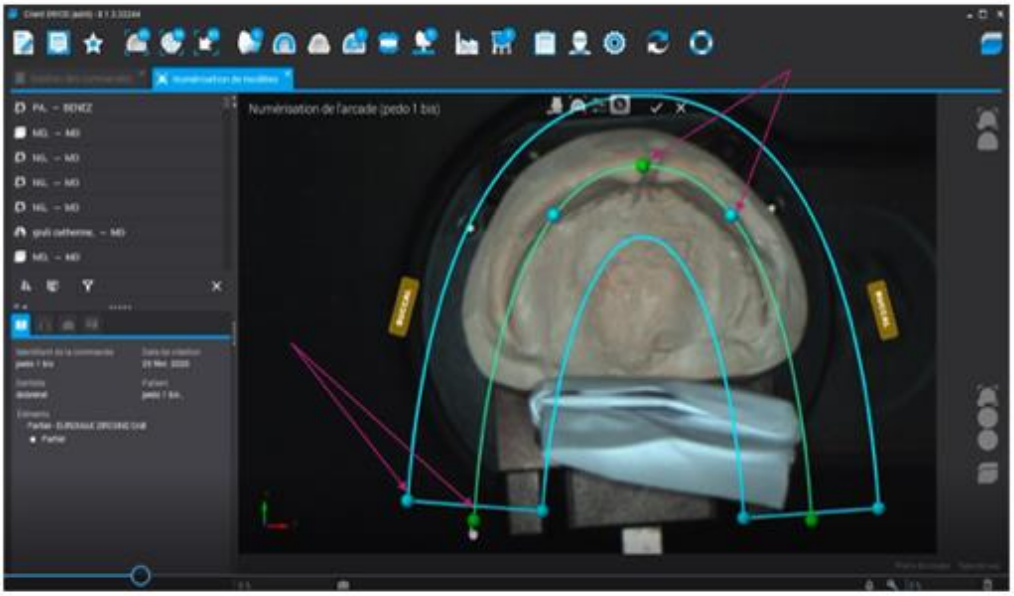
- Numérisation de l'arcade
- Numériser l'information palatine



10

Scan du modèle (3/4)

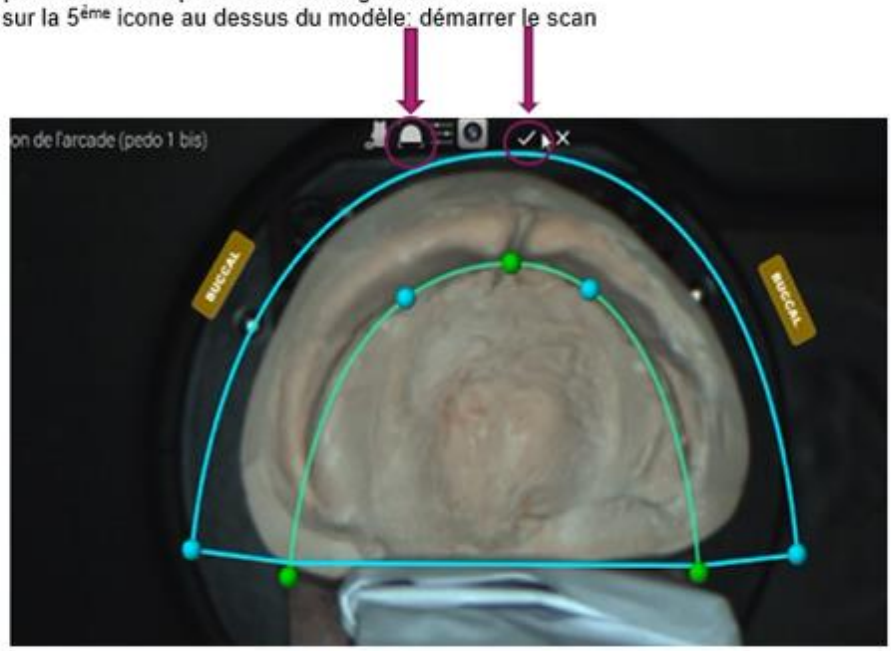
- Sélectionner les points bleus et verts pour définir les limites du modèle en plâtre à scanner



11

Scan du modèle (4/4)

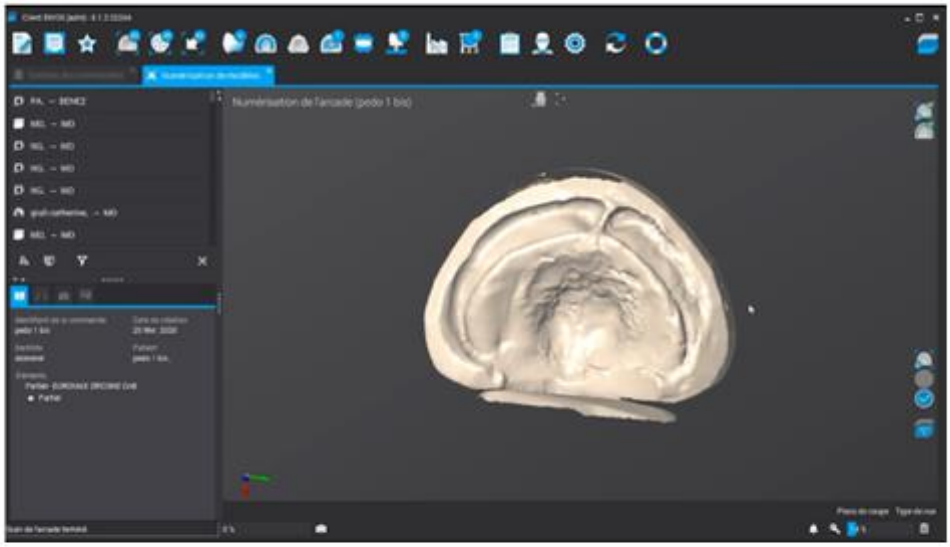
- Sélectionner la 2ème icone au dessus du modèle: zone palatine, si cet onglet n'est pas sélectionné, la zone palatine ne sera pas scannée intégralement
- Cliquer sur la 5ème icone au dessus du modèle: démarrer le scan



12

Préparation du scan (1/3)

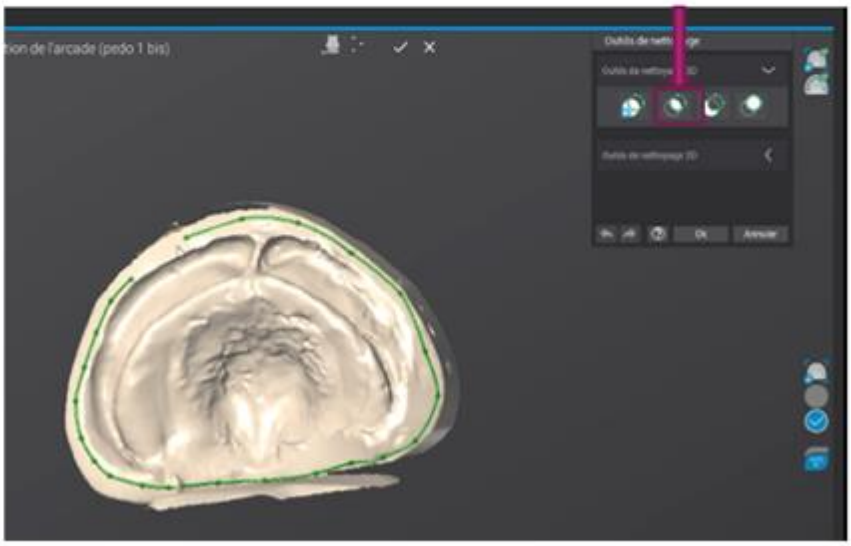
- Numérisation terminée
- Nettoyage et lissage des zones avec imperfections



13

Préparation du scan (2/3)

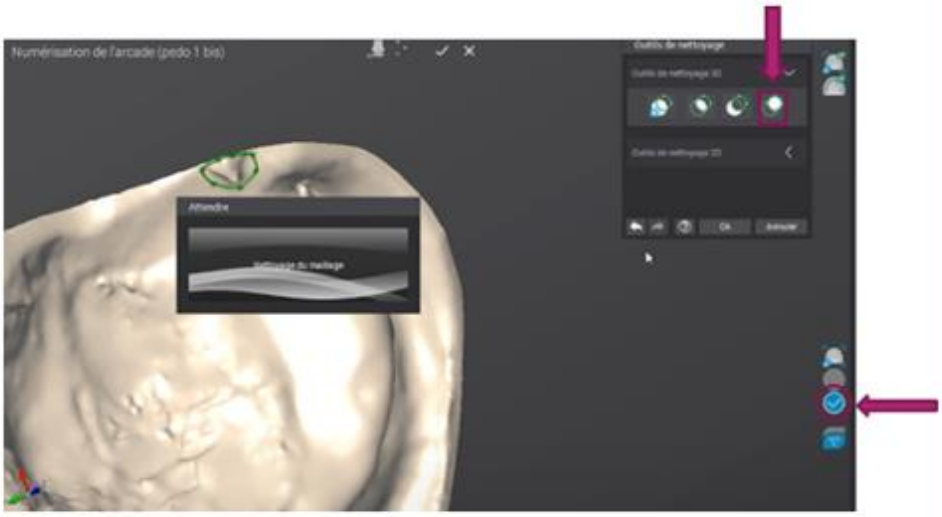
- Clique droit -> nettoyer les surfaces ->outils de nettoyage en 3D
- Délimiter l'arcade maxillaire du socle en conservant le fond des vestibules puis sélectionner la deuxième icone pour conserver l'intérieur du tracé



14

Préparation du scan (3/3)

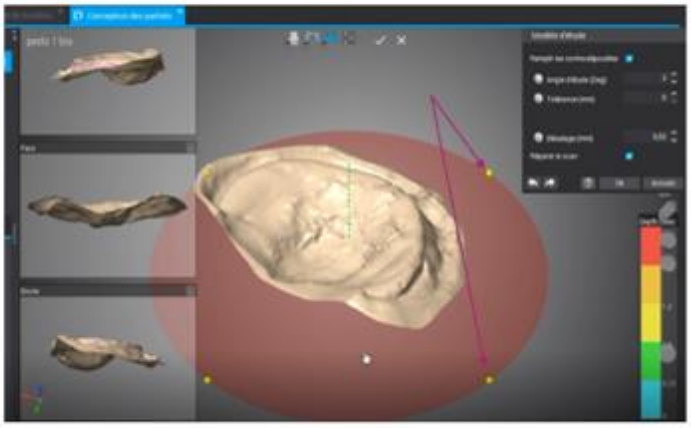
- Clique droit -> nettoyer les surfaces ->outils de nettoyage en 3D
- Lisser les imperfections de la modélisation en limitant la zone puis sélectionner la dernière icone
- Cliquer sur la 3ème icone en bas à droite pour envoyer le scan à la conception



15

Paramètres de base du paralléliseur (1/2)

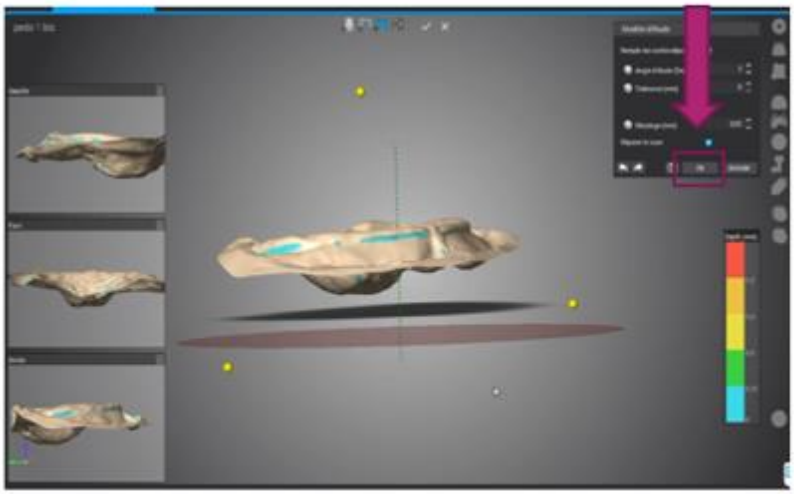
- *Orienter l'axe du paralléliseur à l'aide des sphères jaunes, il faut avoir des zones bleues ou vertes idéalement afin d'avoir une bonne insertion du porte-empreinte*
- *« F11 » pour faire apparaitre les paramètres de base du paralléliseur si besoin*



16

Paramètres de base du paralléliseur (2/2)

- *Une fois tous les paramètres validés dans les 3 plans de l'espace, sélectionner « ok »*



17

Chronologie en CAO

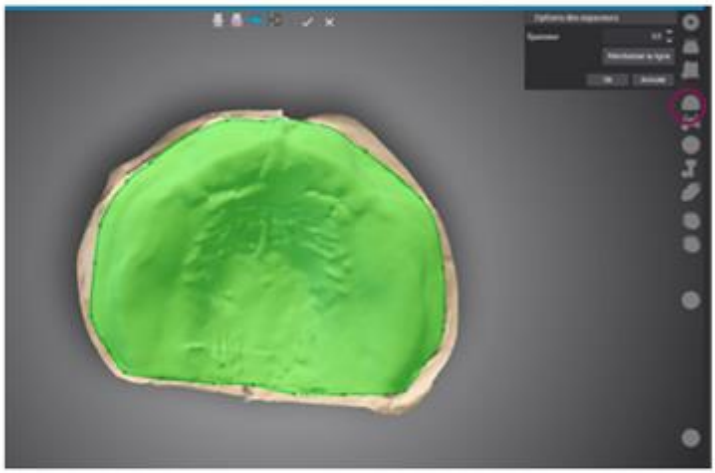
2- Conception du porte-empreinte

- *Espaceur*
- *Limites du porte-empreinte*
- *Bourrelet de stabilisation*
- *Importation du manche*
- *Etiquette d'identification*

18

Espaceur (1/1)

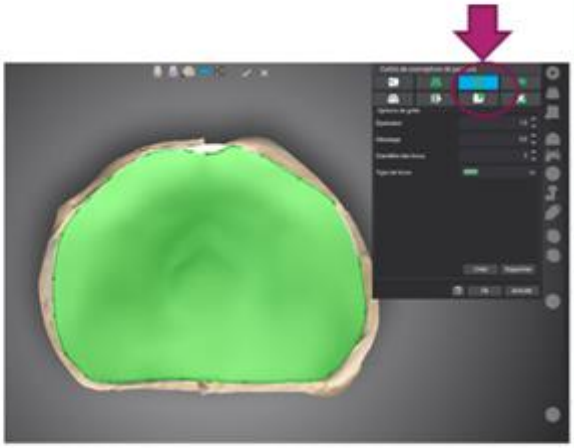
- *Sélectionner l'icone a droite « ajuster un espaceur »*
- *Régler l'épaisseur à 0,5 mm minimum*
- *Tracer les limites du porte-empreinte puis valider, l'espacement apparait en cire blanche une fois terminé*



19

Limites du porte-empreinte (1/1)

- *Sélectionner « outils de conception de partiel » dans la barre à droite, puis « option de grille »*
- *-épaisseur: 1,5mm*
  -décalage: 0,5 mm
  -diamètre des trous: 3 mm
- *Réaliser le tracé, comme pour l'espaceur et valider*



Veiller à ce que les perforations n'interfèrent pas avec les limites du porte-empreinte

Si c'est la cas, modifier le tracé .

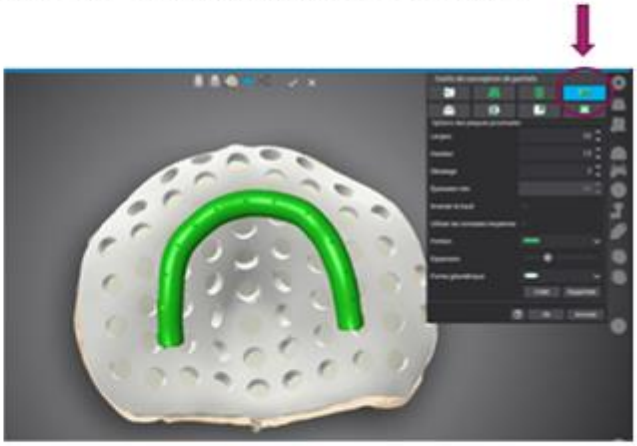
20

Bourrelet de stabilisation (1/1)

- *Toujours dans « outils de conception de partiel », sélectionner « options des plaques proximales »:*

- largeur : 3,5mm
- hauteur : 1,5 mm
- décalage : 2 mm (l'espaceur de 0,5 mm + l'épaisseur du PE de 1,5mm)
- finition : ligne droite
- forme géométrique : arrondie

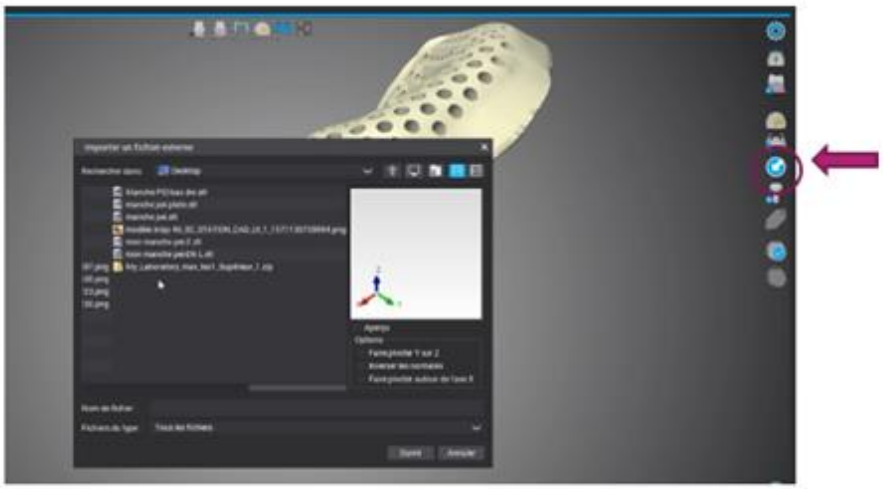
- *Placer alors les différents points pour tracer le bourrelet et valider*



21

Importation du manche (1/2)

- *Sélectionner l'icone d'importation et choisir le modèle de manche souhaité dans les fichiers préalablement téléchargés dans l'ordinateur*
- *Choisir l'option « centré » pour modifier plus facilement le manche*

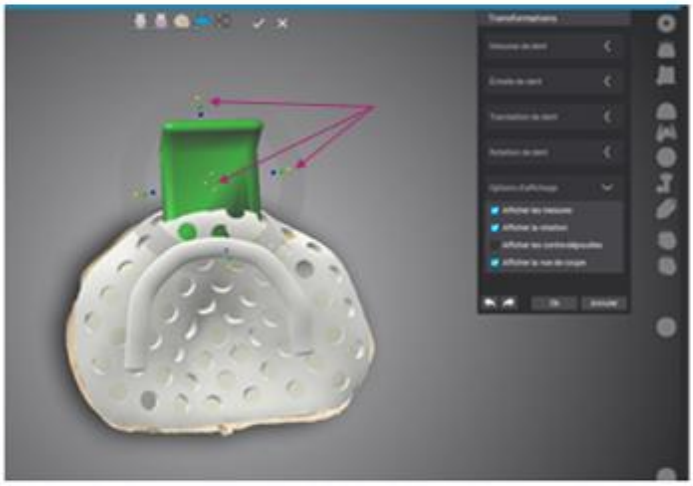


22

Importation du manche (2/2)

- *Pour modifier le manche et le déplacer il faut utiliser les points jaunes, bleus et verts ainsi que ceux au centre du manche.*
- *Il est possible d'incliner le manche selon l'orientation voulu .*
- *Il est nécessaire de bien placer le manche en le faisant dépasser dans l'intrados du porte-empreinte.*

- *En validant une première fois, le manche et le porte-empreinte fusionnent*
- *Il est possible de « corriger les interférences avec le modèle » avec le clic droit*

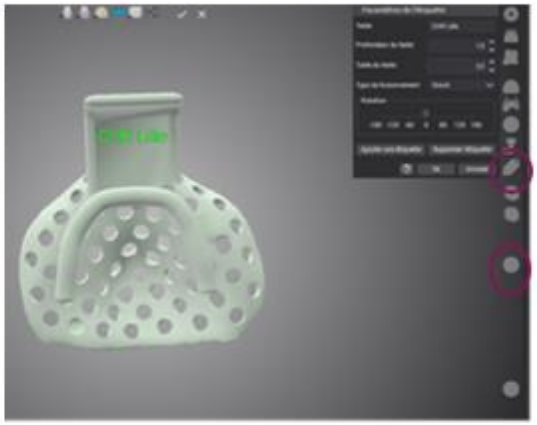


23

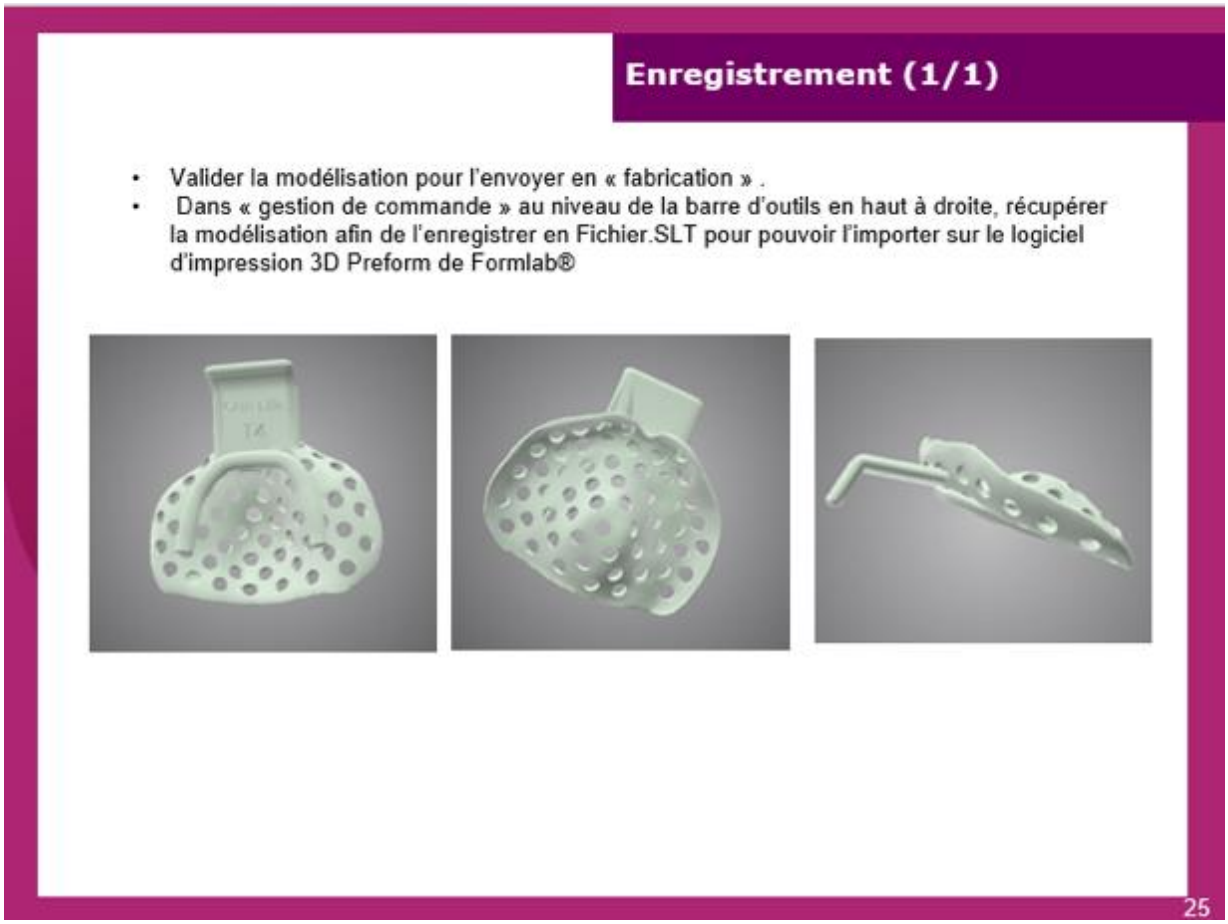
Etiquette d'identification (1/1)

- *Créer l'étiquette « CHR Lille T1/2/3 ou 4 » en sélectionnant l'icône a droite.*

- -Texte : CHR Lille T1/2/3 ou 4
  -Profondeur : 1,5 mm
  -Taille: 2mm
  -Type de fusionnement: gravée



24



NB : certaines manipulations peuvent changer avec les mises à jour du logiciel DentalWings®

Thèse d'exercice : Chir. Dent. : Lille : Année 2021 – N° :

Création de porte-empreintes pour la réalisation de plaques de myostimulation chez l'enfant porteur de trisomie 21/ **Joséphine DOBRENEL**. - p. (70) : ill. (35) ; réf. (*28*).

Domaines : Odontologie pédiatrique

Mots clés Rameau : Trisomie 21, Pédodontie

Mots clés FMeSH : Syndrome de Down, Pédodontie

Mots clés libres : Plaque de myostimulation, Porte-empreinte, CFAO

Résumé de la thèse :

La prise en charge précoce des enfants porteurs de trisomie 21 par le chirurgien-dentiste permet une amélioration du développement et de la qualité de vie de ces patients. A partir de 3 mois, le traitement repose sur le port d'une plaque de myostimulation associée à une stimulation par massage de la sphère oro-faciale.

La réalisation des plaques de myostimulation nécessite un modèle du maxillaire du patient. Ce modèle peut être issu d'une empreinte optique intra-buccale ou, plus souvent, d'une empreinte physique. Bien que l'empreinte optique intra-buccale soit prometteuse, celle-ci n'est pas adaptée pour les nourrissons de 3 mois. Concernant les empreintes physiques, le manque de porte-empreintes adaptés aux spécificités et à l'âge de ces patients entraine un risque d'inhalation du matériau.

Ce travail a eu pour but de réaliser par Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur (CFAO) des porte-empreintes standardisés et adaptés aux patients porteur de trisomie 21 à partir de 3 mois jusqu'à l'éruption des dents temporaires. Ces porte-empreintes ont été fabriqués par technique additive pour être mis à disposition au sein du service d'odontologie pédiatrique du CHU de Lille.

JURY :

Président : Madame le Professeur DELFOSSE Caroline

Assesseurs :

-Madame le Docteur DEHURTEVENT Marion

-Madame le Docteur CATTEAU Céline

-Monsieur le Docteur HELOIRE Nicolas