



HAL
open science

Apport du flux numérique à la confection des plaques palatines passives pour les enfants atteints de fentes labio-palatines à l'hôpital Saint-André: une série de cas

Mathilde Marie Lemarinel

► To cite this version:

Mathilde Marie Lemarinel. Apport du flux numérique à la confection des plaques palatines passives pour les enfants atteints de fentes labio-palatines à l'hôpital Saint-André: une série de cas. Sciences du Vivant [q-bio]. 2023. dumas-04225029

HAL Id: dumas-04225029

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04225029>

Submitted on 2 Oct 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

U.F.R. D'ODONTOLOGIE

Année 2023

Thèse n°70

THESE POUR L'OBTENTION DU

**DIPLOME D'ETAT de DOCTEUR EN CHIRURGIE
DENTAIRE**

Présentée et soutenue publiquement

Par LEMARINEL Mathilde, Marie

Née le 28 juillet 1996 à Ste Clotilde, la Réunion

Le 25 septembre 2023

**APPORT DU FLUX NUMÉRIQUE À LA CONFECTION DES
PLAQUES PALATINES PASSIVES POUR LES ENFANTS
ATTEINTS DE FENTES LABIO-PALATINES À L'HÔPITAL
SAINT-ANDRÉ : UNE SERIE DE CAS**

Sous la direction du Dr Adrien Naveau

Membres du jury :

Mme BOILEAU Marie-José

Professeur des Universités

Présidente

M. NAVEAU Adrien

Maître de conférence des universités

Directeur

M. BOU Christophe

Maître de conférence des universités

Rapporteur

M. AUMAILLEY William

CCU Assistant des Hôpitaux

Assesseur

Président M. LEWIS Dean
Directeur de Collège des Sciences de la Santé M. PELLEGRIN Jean-Luc

COLLEGE DES SCIENCES DE LA SANTE UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE DES SCIENCES

Directrice Mme BERTRAND Caroline 58-01
Directeur Adjoint à la Pédagogie M. DELBOS Yves 56-01
Directeur Adjoint – Chargé de la Recherche M. CATROS Sylvain 57-01
Directeur Adjoint – Chargé des Relations Internationales M. SEDARAT Cyril 57-01

ENSEIGNANTS DE L'UFR

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

Mme	Caroline	BERTRAND	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Marie-José	BOILEAU	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Sylvain	CATROS	Chirurgie orale	57-01
M.	Raphaël	DEVILLARD	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
M.	Bruno	ELLA NGUEMA	Sciences anatomiques et physiologiques - Biomatériaux	58-01
M.	Jean- Christophe	FRICAIN	Chirurgie orale	57-01

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

Mme	Elise	ARRIVÉ	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mme	Audrey	AUSSEL	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
Mme	Cécile	BADET	Biologie Orale	57-01
M.	Etienne	BARDINET	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Michel	BARTALA	Prothèse dentaire	58-01
M.	Cédric	BAZERT	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Christophe	BOU	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mme	Sylvie	BRUNET	Chirurgie orale	57-01
M.	Jacques	COLAT PARROS	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
M,	Jean- Christophe	COUTANT	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
M.	François	DARQUE	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	François	DE BRONDEAU	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Yves	DELBOS	Odontologie pédiatrique	56-01
M,	Emmanuel	D'INCAU	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Mathilde	FENELON	Chirurgie Orale	57-01
Mme	Hélène	FRON-CHABOUIS	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
Mme	Elsa	GAROT	Odontologie pédiatrique	56-01
M.	Dominique	GILLET	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
Mme	Olivia	KEROUREDAN	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
M.	Jean-François	LASSERRE	Prothèse dentaire	58-01
M.	Yves	LAUVERJAT	Parodontologie	57-01
M.	Adrien	NAVEAU	Prothèse dentaire	58-01

M.	Philippe	POISSON	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
M.	Patrick	ROUAS	Odontologie pédiatrique	56-01
M.	François	ROUZÉ L'ALZIT	Prothèse dentaire	58-01
M.	Johan	SAMOT	Biologie Orale	57-01
Mme	Maud	SAMPEUR	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Cyril	SEDARAT	Parodontologie	57-01
Mme	Rawen	SMIRANI	Parodontologie	57-01
Mme	Noélie	THEBAUD	Biologie Orale	57-01
M.	Eric	VACHEY	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01

PRATICIENS HOSPITALIER-UNIVERSITAIRE

M.	Pierre-Hadrien	DECAUP	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Julia	ESTIVALS	Odontologie pédiatrique	56-01

AUTRES ENSEIGNANTS

M.	Maxime	BOITEAUD	CDD 2e degré Santé publique	56-02
----	--------	----------	-----------------------------	-------

CCU-AH (Chefs de Clinique Universitaire - Assistant des Hôpitaux)

M.	Adrien	AMELINE	Orthopédie dento-faciale	56-02
M.	William	AUMAILLEY	Prothèse dentaire	58-01
M.	Baptiste	BERGES	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Virginie	CHUY	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mme	Diane	DELADRIERE	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
M.	Mathieu	DELOLME	Parodontologie	57-01
M.	Quentin	DESPERIEZ	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Laura	DONNET	Biologie Orale	57-01
Mme	Laurie	FUCHS	Odontologie pédiatrique	56-01
M.	Joran	GARDIN	Parodontologie	57-01
M.	Paul	GIRARDEAU	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
M.	Pierre-André	GUILLAUD	Parodontologie	57-01
M.	Louis	HUAULT	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
M.	Jean-Baptiste	IRIBARREN	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
M.	Aymeric	JOUBERT DU CELLIER	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
Mme	Sarah	KAWCHAGIE	Prothèse Dentaire	58-01
Mme	Camille	LACAULE	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Xavier	LAGARDE	Chirurgie Orale	57-01
M.	Clément	LEBRET	Chirurgie Orale	57-01
Mme	Mathilde	LEVRIER	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Léa	MASSE	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Chiara	PASCALI	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Imane	RAMDANI	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
Mme	Ana	RIBEIRO MAGALHES	Odontologie pédiatrique	56-01
Mme	Florianne	VILLAT	Dentisterie restauratrice et endodontie	5801
M.	Clément	VACHEY	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01

Remerciements

À notre Présidente de thèse

Madame le Professeur Marie-José BOILEAU

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier

Sous-section Orthopédie dento-faciale – 56-01

Je vous remercie de l'honneur que vous me faites en acceptant de présider cette thèse. Veuillez trouver dans ce travail le témoignage de toute ma reconnaissance pour la qualité de votre enseignement durant mes années d'études ainsi que de mon plus profond respect.

À notre Directeur de thèse

Monsieur le Docteur Adrien NAVEAU

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier

Sous-section Prothèse dentaire – 58-01

Je vous remercie sincèrement d'avoir accepté de diriger cette thèse. Je ne saurais assez vous remercier pour votre aide, votre disponibilité et votre patience durant l'élaboration de ce travail. Je tiens également à vous remercier de m'avoir accompagnée et transmis vos connaissances, toujours avec justesse, bienveillance et sympathie, durant mes vacances hospitalières à Saint André. Votre enseignement et vos conseils en prothèse dentaire m'ont beaucoup apporté. J'espère que vous trouverez dans ce travail l'expression de ma sincère gratitude et de ma plus profonde estime.

À notre Rapporteur de thèse

Monsieur le Docteur Christophe BOU

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier

Prévention épidémiologique – Économie de la santé – Odontologie légale – 56-02

Je vous remercie d'avoir accepté de corriger cette thèse et de l'aide que vous m'avez apportée à sa rédaction. Vous avez toujours su faire preuve de pédagogie et de bienveillance que ce soit à la faculté, à l'hôpital ou encore lors de l'option odontologie légale, dont je garde un excellent souvenir. Merci de l'enseignement que vous nous apportez. Veuillez trouver au travers ce travail, le témoignage de ma reconnaissance.

À notre Assesseur

Monsieur le Docteur William AUMAILLEY

Chef de Clinique Universitaire – Assistant des Hôpitaux

Sous-Section Prothèse dentaire 58-01

Je vous remercie d'avoir accepté de faire partie de ce jury et de l'intérêt que vous avez porté à ce travail. Veuillez trouver dans cette thèse, le témoignage de mes remerciements les plus sincères.

À mes proches

À mes parents, merci de votre soutien et de votre accompagnement depuis le début, merci d'avoir été toujours présents pour moi malgré les 10 000 km qui nous séparent. Je n'en serais pas là sans vous. Je ne vous remercierai jamais assez.

À ma grand-mère, merci pour ta gentillesse et ta générosité sans faille. Merci de m'avoir accueillie chez toi pour ma PACES, tu as été un des piliers de ma réussite, je t'en serai toujours reconnaissante.

À ma sœur, merci d'avoir été autant présente pour moi depuis mon départ de la Réunion, tu as été d'un grand soutien pour moi, je garderai toujours des bons souvenirs de nos balades à Paris. J'ai hâte que nous soyons réunies de nouveau.

À Simon, à cette chance que j'ai eue de t'avoir rencontré à l'hôpital Saint-André. Merci pour le soutien et l'amour que tu m'apportes au quotidien. Il me tarde de la suite avec toi.

À mes binômes Aude et Margaux, merci pour ces années d'externat qui n'auraient pas été pareilles sans vous. Merci pour ces moments de partage, j'ai beaucoup appris à vos côtés. Merci à toi Aude, pour ton aide si précieuse lors de la rédaction de cette thèse. Merci à vous pour cette amitié qui ne s'est jamais dissipée avec les années.

À mes amis d'enfance et de faculté

Audrey, Laura D., Alice, à vous qui êtes présentes à mes côtés depuis le collège/lycée, merci pour cette amitié qui ne s'est jamais estompée avec le temps. Je vous remercie de tout cœur pour votre présence et votre soutien. J'ai hâte de créer de nouveaux souvenirs avec vous. À **Emma**, merci pour ces nombreux fous rires, tu as été une superbe rencontre pendant mes années d'études, je suis heureuse de t'avoir à mes côtés encore aujourd'hui. À **Elena et Julie**, pour tous ces moments de joie et de rigolade. À **Alexandra**, pour ton amitié si précieuse depuis toutes ces années. À **Lucas et Thomas** j'ai toujours un plaisir immense à vous revoir, merci pour notre amitié qui perdure. A **Laura M.**, merci pour ta bonne humeur, ta gentillesse et pour tous ces bons moments passés ensemble à Bordeaux comme à Paris. À toutes mes autres amies dentistes, **Danaé, Clémentine, Pauline** je vous remercie pour tous ces moments qu'on a partagés, j'espère qu'il y en aura encore d'autres.

Table des matières

Introduction	9
1. Prise en charge des patients porteurs de fente labio-palatine	10
1.1. Les fentes labio-palatines	10
1.1.1. Définition et Etiopathogénie des fentes labio-palatines.....	10
1.1.2. Classifications.....	11
1.2. Calendrier thérapeutique d'un patient porteur d'une fente labio-palatine	14
1.2.1. Diagnostic anténatal	14
1.2.2. Naissance et Orthopédie pré-opératoire	15
1.2.3. Chirurgie primaire	15
1.2.4. Traitement orthodontique.....	17
1.2.5. Chirurgie secondaire	20
1.3. Les plaques palatines	21
1.3.1. Les plaques palatines passives	21
1.3.2. Les plaques palatines actives	24
1.3.3. Conception d'une plaque palatine passive	24
2. Présentation de cas cliniques (2).....	28
2.1. Patient A : Conception et fabrication d'un PEI par CFAO	28
2.1.1. Étude initiale du patient.....	28
2.1.2. Conception assistée par ordinateur du PEI	29
2.1.3. Fabrication assistée par ordinateur du PEI	30
2.1.4. Prise d'une empreinte physico-chimique	31
2.1.5. Étapes de laboratoire.....	31
2.1.6. Suivi.....	32
2.2. Patient B : Réalisation d'une gouttière obturatrice : Empreinte numérique et conception du modèle en technique CFAO.....	33
2.2.1. Évaluation initiale du patient	33
2.2.2. Prise d'empreinte optique	34
2.2.3. Conception assistée par ordinateur.....	35
2.2.4. Fabrication assistée par ordinateur	36
2.2.5. Suivi.....	36
2.3. Patient C : Réalisation d'une plaque palatine chez un nourrisson : Empreinte numérique et conception assistée par ordinateur.....	37

2.3.1.	Évaluation initiale du patient	37
2.3.2.	Prise d’empreinte optique	38
2.3.3.	Conception assistée par ordinateur	38
3.	<i>Discussion</i>	41
3.1.	Gain de confort	41
3.2.	Gain de temps	42
3.2.1.	L’empreinte numérique	42
3.2.2.	Réalisation des plaques.....	43
3.2.3.	Diminution des rendez-vous	43
3.3.	Facilité de mise en œuvre	44
3.3.1.	Difficultés	44
3.3.2.	Avantages.....	44
3.3.3.	Limites	45
3.4.	Précision	45
3.5.	Coût moindre	46
3.5.1.	Comparaison des coûts entre méthode conventionnelle et numérique	46
3.5.2.	Coût moindre dans la littérature.....	47
4.	<i>Conclusions</i>	48
	<i>Table des figures</i>	49
	<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	51

Introduction

Les fentes labio-alvéolo-palatines font partie des maladies congénitales les plus fréquentes en Europe car 1 enfant sur 700 est concerné (OMS 1998). Elles résultent d'un défaut de fusion total ou partiel des bourgeons embryonnaires de la face lors de la grossesse. Les problèmes d'ordre fonctionnel, esthétique et psychologique sont alors pris en charge par une équipe pluridisciplinaire (1).

Des plaques palatines passives peuvent être réalisées afin de restaurer les fonctions orales. En effet, la déglutition et la nutrition peuvent être améliorées ainsi qu'une normalisation du positionnement de la langue et un guidage de la croissance maxillaire jusqu'à la véloplastie ou la palatoplastie.

Si ces plaques apportent un réel bénéfice fonctionnel pour le patient, elles n'en restent pas moins délicates à réaliser pour le chirurgien-dentiste. La méthode conventionnelle consiste en une prise d'empreinte physique du maxillaire à l'aide d'un silicone de type polyvinylsiloxane soutenu par un porte-empreinte individuel (PEI) ou des doigts du chirurgien-dentiste. Cette étape comporte certains risques pour le patient tels que l'obstruction des voies respiratoires, la cyanose ainsi que l'infiltration du matériau dans les zones de contre-dépouille. C'est une étape stressante pour le chirurgien-dentiste comme pour le patient qui devra être répétée tous les 2,5 mois environ selon la croissance maxillaire (1,2).

Les technologies numériques telle que la CFAO (*conception et fabrication assistée par ordinateur*) connaissent un essor considérable en dentisterie. Différents équipements comme le scanner intra-oral, les logiciels de conception CAO mais aussi des solutions de fabrication assistée par ordinateur notamment grâce aux imprimantes 3D permettent de simplifier les procédés.

L'objectif de cette série de cas est d'exposer quelques bénéfices du flux numérique à la réalisation des plaques palatines passives par rapport à une méthode conventionnelle.

Après quelques rappels concernant les fentes labio-palatines, leur prise en charge et les plaques palatines, nous détaillerons plusieurs protocoles de réalisations de plaques palatines passives se tournant progressivement vers un flux tout numérique à travers 3 cas cliniques réalisés à l'hôpital Saint André. Nous discuterons ensuite des avantages et inconvénients des deux méthodes et de la performance du protocole numérique en comparaison au protocole conventionnel.

1. Prise en charge des patients porteurs de fente labio-palatine

1.1. Les fentes labio-palatines

1.1.1. Définition et Etiopathogénie des fentes labio-palatines

Les fentes labio-palatines (FLP) sont des malformations faciales congénitales. Elles se manifestent par une absence de continuité au niveau des tissus de la lèvre supérieure et/ou de l'alvéole palatine et/ou du palais osseux et/ou du voile du palais. Cela est dû à un défaut de fusion des bourgeons faciaux entre la 4^e et la 12^e semaine de la vie intra utérine. Elles peuvent être isolées ou associées à un syndrome (3).

L'étiologie des fentes est complexe. Environ 70 % des cas de FLP se présentent comme des entités isolées, sans autres anomalies cognitives ou structurelles apparentes ; on les appelle communément "Fentes palatine isolée, non syndromique" (4). Leurs origines sont diverses mais elles sont en majorité multifactorielle : une combinaison de facteurs génétiques et environnementaux. Parmi les autres causes, nous retrouvons, entre autres, des mutations génétiques, des aberrations chromosomiques, des agents tératogènes directes, ou encore des déficits nutritionnels (3,4).

Les 30% restants représentent les FLP associées à un syndrome malformatif. 500 d'entre elles appartiennent à un trouble mendélien à un seul locus génétique, les autres étant causées par des anomalies chromosomiques et des agents tératogènes. Parmi les gènes concernés, nous pouvons citer FGFR2 pour le syndrome d'Apert, TCOF1 pour le syndrome de Treacher-Collins ou encore SOX 9 Pour le syndrome de Pierre Robin (5–7).

L'identification des gènes responsables de la FLP non syndromique ou isolée est plus difficile, étant donné son origine multifactorielle. Certaines études suggèrent l'implication des gènes tels que IRF6, MSX 1, TBX1 ou encore TGFB3 (4,6,8).

Le tabagisme, l'alcool, la prise de certains médicaments comme les antiépileptiques ou les corticostéroïdes ou encore un déficit en acide folique pendant la grossesse sont reconnus comme des facteurs de risques dans la survenue des fentes labio-palatines (4,6,7).

1.1.2. Classifications

Durant des années, plusieurs classifications ont été proposées puis modifiées par différents auteurs afin de décrire les fentes. Nous décrivons les plus importantes.

1.1.2.1. Classification de Kernahan et Stark

Adoptée en 1967 par la confédération internationale de chirurgie plastique, elle regroupe 3 principaux groupes de fentes. Elle est fondée sur des théories d'embryologie et reconnaît des mécanismes indépendants de développement antérieur et postérieur au foramen incisif (1,9,10).

- Fentes du palais primaire (en avant du foramen incisif) (Fig.1) : Elles représentent les fentes labiales simples ou labio-maxillaires. Elles peuvent être unilatérales ou bilatérales (1).

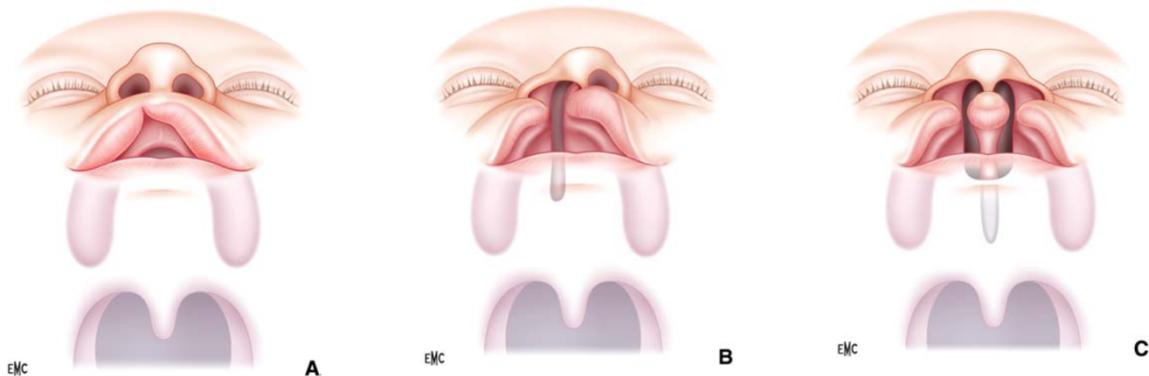


Figure 1 : Les fentes du palais primaire d'après Kernahan et Stark. A : Fente labiale unilatérale ; B : fente labio-maxillaire unilatérale ; C : fente labio-maxillaire bilatérale (1)

- Fentes du palais secondaire (en arrière du foramen incisif) (Fig.2) : Ce sont les fentes vélares ou vélo-palatines. Elles peuvent être complètes ou incomplètes (1).

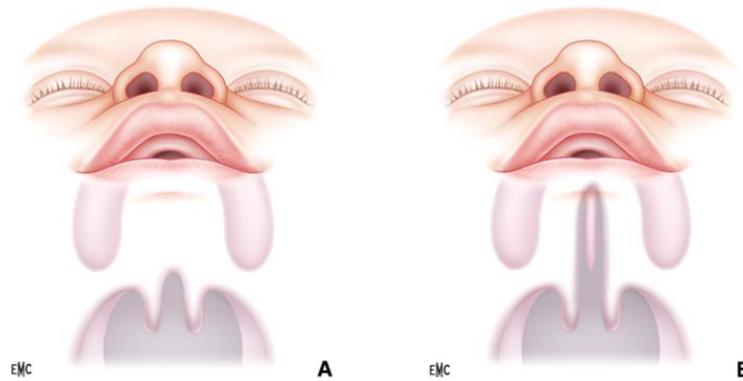


Figure 2 : Les fentes du palais secondaire d'après Kernahan et Stark. A : Fente vélaire ; B : Fente vélo palatine (1)

- Fentes du palais primaire et secondaire (Fig.3) : Elles regroupent les fentes concernant la lèvre, le palais osseux et le voile du palais. Elles peuvent être complètes uni ou bilatérales (de la lèvre jusqu'au voile du palais) ou incomplètes (les fentes du palais primaire et secondaire indépendantes) (1).

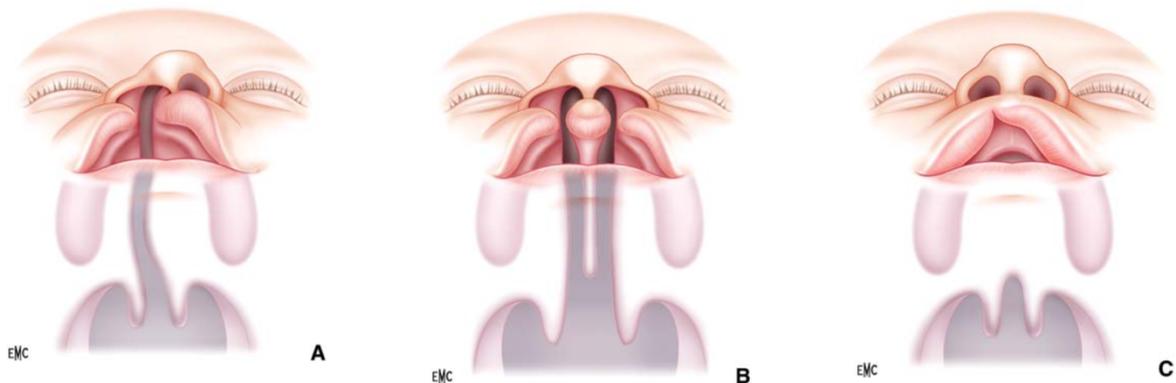


Figure 3 : Fente du palais primaire et secondaire d'après Kernahan et Stark. A : Fente labio-palatine unilatérale complète ; B : Fente labio-palatine bilatérale complète ; C : Fente unilatérale incomplète du palais primaire et secondaire (1)

1.1.2.2. Le diagramme rayé en Y « striped Y »

En 1971, Kernahan et Stark ont introduit le « striped Y » afin de fournir une classification simplifiée (Fig.4).

Chaque branche du Y se divise en trois parties représentant respectivement la lèvre (1 et 4), les crêtes alvéolaires (3 et 6) et le palais dur au-dessus du foramen incisif (3 et 6). Le foramen incisif est quant à lui représenté par le O. La tige du Y est aussi divisée en trois parties, représentant les différents degrés de fente des palais durs (7 et 8) et mous (9). Le principe du diagramme est de pointiller les cases qui correspondent aux degrés de la fente qu'on aurait en clinique. Elle a l'avantage de donner un aperçu immédiat et moins abstraite de la fente (11). Le diagramme en Y rayé de Kernahan et les modifications ultérieures apportées par Elsayhy (1973) et Millard (1976) ont contribué à faire de la classification de Kernahan et Stark le système prédominant utilisé dans la pratique clinique quotidienne (1,10).

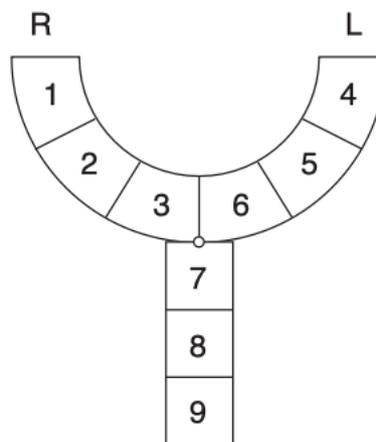


Figure 4 : Le diagramme rayé selon Kernahan. R : right ; L : left ; 1 et 4 : Lèvres ; 2 et 5 : crête alvéolaire ; 3 et 6 : palais dur au-dessus du foramen incisif ; o : foramen incisif ; 7 et 8 : palais dur ; 9 : palais mou (1)

1.1.2.3. Classification moderne

Malgré une large utilisation de la classification de Kernahan et Stark, elle ne semble pas adaptée aux besoins cliniques et ne propose pas de solutions thérapeutiques adaptées à chaque cas.

Une classification de Chancholle est intéressante à évoquer puisqu'elle se base sur la gravité de la dysmorphose et distingue les formes bénignes des formes graves. Elle permet d'établir un pronostic en vue d'une reconstruction chirurgicale et donc d'adapter les thérapeutiques à chaque cas (1,12).

- Forme bénignes : Ce sont les cas où la partie moyenne de voûte maxillaire n'est pas fendue, les tissus sont généralement de bonne qualité. La correction de ces tissus

permettra de normaliser les fonctions et la croissance faciale. Ces formes concernent les fentes labiales simples, labio-alvéolaires unilatérales, les fentes du voile ainsi que la combinaison de ces classes (1).

- Formes graves : Ce sont les cas où le maxillaire est divisé en 2 segments inégaux. Les tissus ne sont pas de bonne qualité et les différentes thérapeutiques ne permettront pas la normalisation des fonctions et de la croissance faciale. Ces formes concernent les fentes labio-alvéolaires déformant l'arcade alvéolaire, les fentes labio-palatines unilatérales complètes et toutes les formes bilatérales (1).

1.2. Calendrier thérapeutique d'un patient porteur d'une fente labio-palatine

Le calendrier thérapeutique est l'exposé chronologique des interventions et des traitements complémentaires que subira le patient porteur d'une fente labio-palatine (13).

Selon le type de fente et en fonction de l'âge du patient, des problèmes alimentaires, phonatoires, ORL, dentaires, orthodontiques, esthétiques, voire psychologiques vont devoir être pris en charge. Cette prise en charge débute au moment du diagnostic, pré ou postnatal, et se termine à la fin de la croissance. Elle nécessite une équipe pluridisciplinaire qui travaillera en collaboration tout au long du parcours de soins.

La prise en charge des patients porteurs d'une fente labio-palatine varie d'un centre à l'autre en termes de protocoles de gestion et d'interventions chirurgicales. Dans une étude de Shaw et al. sur 201 centres européens, 194 protocoles différents sont référencés pour le traitement d'une fente labio-palatine (14).

1.2.1. Diagnostic anténatal

Le diagnostic d'une fente labio-palatine est posé au cours de l'échographie prénatale lors de la 24^{ème} semaine d'aménorrhée en moyenne. Ce sont des malformations accessibles au diagnostic prénatal, avec un taux de détection compris entre 45 et 88 % (15).

A l'issue de cette échographie, la concertation multidisciplinaire sera mise en place afin de préparer les parents à la naissance de leur enfant et leur exposer le plan de traitement. Plusieurs consultations et examens complémentaires pourront être proposés selon le besoin comme la recherche d'un syndrome malformatif associé, une amniosynthèse, une IRM ou

encore une consultation anténatale avec un chirurgien pédiatrique maxillo-facial. Aussi, un accompagnement psychologique est souvent proposé en complément de la prise en charge médico-chirurgicale (16).

1.2.2. Naissance et Orthopédie pré-opératoire

Dès la naissance, l'enfant va faire face à des problèmes alimentaires et parfois respiratoires. L'allaitement au sein est possible pour les fentes labiales. Pour les fentes incluant le palais, l'alimentation se fait à l'aide d'un biberon normal dont la tétine a parfois un orifice un peu allongé. L'utilisation d'une sonde gastrique reste exceptionnelle et concerne les enfants syndromiques (1,17).

Pendant les premiers mois et avant l'intervention de chirurgie réparatrice, l'orthopédie pré-chirurgicale peut être proposée en fonction des centres. Cette préparation met à disposition des plaques palatines actives ou passives.

Les objectifs des plaques palatines comprennent généralement l'amélioration de l'alignement des segments palatins de l'enfant, permettent de faciliter la chirurgie primaire de la fente labiale et nasale, et d'améliorer le résultat esthétique de la réparation primaire, idéalement sans nuire à la croissance faciale.

Cette étape est sujette à de nombreuses controverses et n'a pas de claire justification scientifique à ce jour.

1.2.3. Chirurgie primaire

Les principaux objectifs de la chirurgie primaire vont être d'une part de restaurer l'esthétique et d'autre part de restituer les fonctions (déglutition, phonation, mastication, ventilation).

Elle consiste en la fermeture de la fente labiale et narinaire, la fermeture du voile du palais et enfin à la fermeture du palais osseux.

1.2.3.1. Fermeture labiale et narinaire ou cheïlorhinoplastie :

La première étape de la chirurgie primaire concernera la fermeture de la lèvre et la base du nez. La cheïlorhinoplastie vise à redonner au visage de l'enfant une apparence normale et à retrouver une anatomie fonctionnelle.

L'âge de la fermeture labiale et narinaire fait débat. La chéïlorhinoplastie est préconisée par certaines équipes avant l'âge de 1 mois en raison d'une capacité de cicatrisation accrue et un bénéfice esthétique immédiat. D'autres équipes optent pour un geste plus tardif à 3 mois ou à 6 mois, évoquant le potentiel de rétromaxillie due à un geste chirurgical trop précoce, un risque anesthésique accru et une perturbation des premiers jours d'intimité entre la mère enfant (18).

Selon Chancholle, il n'y a pas eu plus de risques d'anesthésie et de troubles de la croissance maxillaire sur l'ensemble de ses 250 cas opérés depuis 1988. Selon lui, l'avantage d'une chirurgie précoce serait la présence d'un collagène de type IV à la naissance très utile à la cicatrisation (13).

Selon Talmant et son équipe, il est préférable d'attendre 6 mois pour la fermeture simultanée lèvre, narine et fermeture du voile. C'est une chirurgie jugée trop longue et irréalisable selon lui en condition néonatale. Il rapporte notamment des effets négatifs sur la croissance antérieure du maxillaire pour une chirurgie avant l'âge de 4 mois (19).

En ce qui concerne la prise en charge des fentes labio-palatines à Bordeaux, une fermeture labiale et narinaire associée à une fermeture vélaire est réalisée à l'âge de 6 mois. Pour une fente labio-alvéolaire ou labiale pure, la fermeture peut s'effectuer plus tôt vers l'âge de 4 mois.

Après la chéïlorhinoplastie, un conformateur narinaire peut être mis en place afin de stabiliser le résultat esthétique et fonctionnel de la correction narinaire. Le but est de permettre une ventilation nasale d'emblée chez l'enfant (20).

1.2.3.2. Fermeture du voile du palais

La fermeture du voile du palais permet de donner au voile de nouvelles capacités nécessaires aux fonctions de déglutition et de phonation en isolant les fosses nasales de la cavité buccale. Cette chirurgie est très souvent simultanée à la chéïlorhinoplastie.

Selon Talmant et al., une fermeture simultanée lèvre et narine et voile à 6 mois permettrait une ventilation nasale dès la première opération (19). De même dans le protocole de Bouallegue et al., la fermeture vélaire se fait à partir de 6 mois en simultané avec la fermeture labiale et narinaire, d'une part pour des raisons anesthésiques et d'autre part car les muscles faciaux et vélaire doivent être suffisamment développés afin d'effectuer une reconstruction fonctionnelle et esthétique (18). À Bordeaux, les stratégies se ressemblent : Dans le cas d'une fente vélaire ou palato-vélaire étroite, la fermeture est réalisée en un temps à 6 mois.

Une fermeture labiale et vélaire simultanée permet le positionnement anatomique de la langue dans la cavité buccale favorisant une croissance faciale normale (18).

1.2.3.3. Fermeture du palais osseux

La fermeture du palais osseux est réalisée le plus souvent à 18 mois.

D'après Talmant et al., les chirurgies faites en première intention (lèvre, nez, voile) vont permettre à la fente palatine résiduelle de se réduire considérablement ce qui facilitera la fermeture du palais osseux. En effet, il constate un « rattrapage de croissance » évident à partir du 4^e mois post opératoire jusqu'à l'âge de 18 mois. Une suture sans dénudation osseuse et sans fistules pourra être établie (19). À Bordeaux, la fermeture du palais osseux est également réalisée à 18 mois.

Ces multiples interventions permettent de séparer de façon définitive la cavité buccale des fosses nasales. Cela permet la normalisation de la position de la langue et favorise l'horizontalisation des lames palatines ainsi que le développement transversal du maxillaire. De plus elles rétablissent les conditions nécessaires à une phonation normale.

1.2.3.4. Suivi post-opératoire

Un suivi post opératoire devra être établi avec notamment des contrôles ORL réguliers. En effet, les enfants porteurs de fentes labio-palatines sont plus sujets aux otites. Les équipes ont souvent recours à la pose d'aérateur transtympanique (ATT) lors des interventions de chirurgie primaire afin de prévenir ce risque (18,21).

Selon les centres, des ateliers animés par un orthophoniste peuvent être proposés afin de travailler la parole et le langage à travers d'exercices ludiques. Une consultation pluridisciplinaire est généralement nécessaire afin de faire le point sur la situation. Cela permet de planifier la suite de la prise en charge et de donner toutes les réponses aux questions des parents d'une même voix (22).

1.2.4. Traitement orthodontique

Une fente peut affecter la denture de plusieurs manières. L'orthodontie joue un rôle majeur dans la prise en charge thérapeutique des fentes labio-palatines. Cette prise en charge va

dépendre de plusieurs facteurs : la complexité de la malformation initiale, le résultat des chirurgies primaires et la croissance cranio faciale du patient.

Les séquelles sont diverses : Endomaxilie, rétromaxillie, béance antérieure, articulé inversé, décalage des bases osseuses avec classe squelettique et/ou dentaire de type II et III. Les dents de lait et les dents permanentes peuvent être altérées dans leur forme, leur dimension, leur nombre et leur position (23–25).

1.2.4.1. Denture temporaire et mixte

Aux stades de denture temporaire et mixte, les traitements orthodontiques sont souvent des traitements interceptifs.

Vers l'âge de 4 ans, l'orthodontie devient nécessaire notamment pour préparer le maxillaire à la gingivopériostoplastie et à la greffe osseuse. Cette intervention chirurgicale consiste à déposer un greffon osseux au niveau de la fente résiduelle afin de rétablir une continuité anatomique de l'arcade alvéolaire. Elle est le plus souvent compromise du fait de l'endomaxillie présente. Plusieurs appareillages peuvent corriger ce déficit transversal : Quad/Penta-hélix, disjoncteur, plaque à verin (26).

Dans le protocole de prise en charge des fentes labio-palatines à Bordeaux, une expansion maxillaire est réalisée à partir de 4 ans et demi. La gingivopériostoplastie est quant à elle réalisée en denture mixte vers 6 ans.

En cas de fente totale, les incisives latérales sont souvent absentes. En effet selon une étude menée par Tortora et al., 48,8 % des patients porteurs de fentes unilatérales complètes présentaient des incisives latérales permanentes manquantes dans la zone de fente et 6,1 % de manière controlatérale (27).

Talmant et al. préconisent de rétablir la largeur inter canine avec une expansion orthopédique par quad helix entre 4 et 5 ans. La distance inter-canine doit être supérieure de 4mm à celle mandibulaire pour permettre une bonne fonction canine du côté de la fente. Dès lors, la fente alvéolaire est fermée par une gingivopériostoplastie et greffe osseuse ce qui permettra une éruption de l'incisive latérale (lorsqu'elle existe)(28).

Les classes III par rétrognathie ainsi que les endognathies maxillaires sont des séquelles fréquemment retrouvées. Les causes iatrogéniques peuvent aller de 6 à 48% selon la littérature. Parmi elles sont citées : la chéiloplastie et palatoplastie précoce, les fibroses cicatricielles dues aux chirurgies, des dysfonctionnements des fonctions oro-faciales telles que la ventilation et la fonction linguale (29).

La correction antéro-postérieure s'effectue par l'utilisation d'un masque orthopédique de Delaire composé d'un double arc vestibulaire fixé sur les molaires maxillaires temporaires avec un appui fronto-mentonnier qui va provoquer une traction postéro-antérieure (26,30).

Selon une étude réalisée sur 4 cas par Macías Escalada et al. en 2010, l'utilisation du masque de Delaire a permis une amélioration des rapports naso-labio-mentonniers et donc une amélioration des rapports squelettiques maxillo-mandibulaires. Dans les cas où une endognathie importante s'associait, l'utilisation d'un disjoncteur ou d'un penta-hélix a été nécessaire et a permis l'expansion alvéolo-dentaire des secteurs latéraux, un déverrouillage de l'occlusion et une amélioration des rapports incisifs (30).

Aux défauts osseux s'ajoutent les anomalies dentaires.

Une étude a été réalisée en 2010 concernant la prévalence des anomalies dentaires chez 78 patients porteurs de fente labio-palatine. Les résultats ont montré une agénésie dans plus de 66% des cas avec une prédominance pour l'incisive latérale maxillaire, 16,7 % des patients avaient des dents surnuméraires, 37 % avaient une microdontie, 70,5 % avaient un taurodontisme et 30,8% avaient des dents en transposition et/ou ectopiques ainsi que des dents hypoplasiques (31).

1.2.4.2. Denture Adulte

Au stade de denture adulte, une réévaluation après les traitements interceptifs est nécessaire afin de savoir si le patient nécessite d'un traitement orthodontique simple ou d'un traitement ortho-chirurgical. En effet, selon le décalage squelettique persistant, plusieurs thérapeutiques pourront être envisagées.

En l'absence d'un décalage des bases osseuses important, un traitement orthodontique simple, finalement peu différent d'un patient non porteur de fente labio-palatine, est généralement proposé. Il sera mis en place afin d'aligner les arcades, de rétablir une occlusion fonctionnelle, de corriger les malpositions dentaires et d'ouvrir ou fermer des espaces en fonction des agénésies (23).

Lorsque les limites de l'orthodontie sont atteintes, la chirurgie orthognathique est indiquée. Environ 10 à 20 % des patients opérés de fentes ne pourront pas être uniquement traités par orthodontie. Elle permet de corriger les séquelles des chirurgies précédentes. La plupart du temps, une rétromaxillie et une endomaxillie est retrouvée. Cette chirurgie est idéalement réalisée en fin de croissance (29,32).

La chirurgie orthognatique est souvent bimaxillaire comportant un temps maxillaire avec une ostéotomie de Le Fort 1 associée une ostéotomie mandibulaire. Elle sera précédée d'un traitement orthodontique pré-chirurgical qui se limitera à la préparation des arcades (32,33).

Néanmoins les récives sont possibles, la stabilité squelettique après une ostéotomie de Le Fort 1 n'est pas toujours assurée. On peut retrouver un décalage du maxillaire en arrière alors que le déplacement initial était une propulsion et un abaissement. Les études s'accordent sur le fait que les récives sont dues majoritairement aux rétractions des tissus cicatriciels des régions labiales et maxillaires (32–34).

Pour les décalages osseux très important, on privilégiera la distraction ostéogénique plutôt que l'ostéotomie (33,34).

1.2.5. Chirurgie secondaire

La chirurgie secondaire est pratiquée après la chirurgie primaire et peut concerner la lèvre, le nez, le palais et les maxillaires. L'indication se pose lorsqu'il existe une correction incomplète ou inadéquate des déformations.

Les interventions chirurgicales se font depuis la petite enfance jusqu'à l'âge adulte et doivent être organisées afin de minimiser l'exposition aux anesthésiques et le nombre d'hospitalisation (3).

1.2.5.1. Les séquelles vélo-pharyngées

L'insuffisance vélo-pharyngée désigne un défaut de fermeture entre le voile du palais et la paroi postérieure du pharynx entraînant une communication entre les cavités buccale et nasale. Elle peut s'expliquer par une contraction insuffisante des muscles du voile du palais ou par un voile du palais trop court. Cette communication peut entraîner des passages d'aliments vers le nez ainsi qu'une déperdition nasale lors de la phonation. L'indication d'une chirurgie repose sur des examens ORL par naso-fibroscopie ou par video-fluoroscopie afin de donner une vision dynamique de la fermeture du voile du palais dans les 3 plans de l'espace. Cette chirurgie se fait généralement vers l'âge de 6 ans, avant l'entrée en cours préparatoire, pour permettre l'apprentissage de la lecture et de favoriser l'intégration du patient. L'objectif sera d'allonger le palais mou afin de fermer la communication. Plusieurs chirurgies sont possibles : Une véloplastie intravélaire simple ou associée à une élongation du voile, une pharyngoplastie avec un lambeau pharyngé accompagné d'un recul du palais (push-back) ou

une injection de graisse autologue (lipofilling) rétropharyngée pour des cas peu sévères (3,13,22,35,36).

1.2.5.2. Les séquelles labio-nasales

Des retouches concernant la lèvre (labioplastie) et le nez (rhinoplastie) peuvent être nécessaires pour des besoins esthétiques et/ou fonctionnels.

Plusieurs séquelles labiales sont possibles comme une lèvre trop longue, trop courte ou trop étroite, mais aussi une rétractation des cicatrices entraînant une asymétrie de l'arc de Cupidon. La labioplastie vise à corriger les cicatrices et les défauts structuraux de la lèvre. Elle se fait à la demande du patient et peut se réaliser en même temps que la greffe osseuse alvéolaire vers l'âge de 4 ans. Les chirurgies permettent, entre autres, d'allonger la lèvre blanche par transposition de lambeau ou par plastie en Z, de donner du volume à la lèvre rouge par lipofilling ou par technique d'Abbé en utilisant un lambeau sur la lèvre inférieure (36,37).

Une rhinoplastie est envisagée vers l'âge de 6 ans à la demande du patient et/ou lorsque la ventilation nasale n'est pas optimale. Elle est le plus souvent concomitante à la labioplastie secondaire. La chirurgie consiste à redresser le septum nasal et à réorienter les cartilages alaires afin de restaurer une perméabilité nasale. Un conformateur narinaire en silicone peut être utilisé pendant 4 mois post-opératoire. Une rhinoplastie finale peut être nécessaire lorsque le résultat des anciennes chirurgies est insuffisant. Elle est réalisée en fin de croissance vers l'âge de 16 ans et ne se fait qu'après correction des bases osseuses. Le but sera de symétriser et projeter la pointe du nez aux moyens de greffons cartilagineux (3,36).

1.3. Les plaques palatines

Les plaques palatines sont à la fois une prothèse puisqu'elles remplacent une partie manquante de la voûte palatine et à la fois une orthèse de par leur action orthopédique. Elles sont indiquées pour les fentes comprenant le palais dur et le voile du palais. Une fente purement labiale ou vélaire n'a pas besoin d'être appareillée. Il existe plusieurs types de plaques palatines : passive ou actives, fixes ou amovibles associées ou non à des systèmes extra oraux (1).

Les plaques palatines rentrent dans la prise en charge pré-opératoire du patient et peuvent être renouvelées si besoin.

1.3.1. Les plaques palatines passives

Les plaques palatines passives ont vu le jour en 1950 grâce à Mc Neil puis ont été reprises par Hotz et Gnoinski en 1965. Ce sont des plaques en résines acryliques permettant de combler le défaut palatin, elles agissent comme un palais artificiel. Elles étaient conçues initialement afin de réduire la taille de la fente et faciliter la chirurgie future grâce à plusieurs remodelages de la plaque. Elles sont utilisées aujourd'hui dans le but de faciliter l'alimentation, de normaliser les fonctions linguales, d'améliorer la phonation et de simplifier la chirurgie. Elles contribuent aussi à guider la croissance du maxillaire afin d'obtenir une arcade alvéolaire harmonieuse. Cette plaque sera utilisée jusqu'à la chirurgie réparatrice du palais (1,38).

Une étude réalisée par Shaw et al. entre 1996 et 2000 au sein du projet Eurocleft, montre que sur 201 centres européens, 65% d'entre eux ont recours à un traitement prothétique pré-chirurgical qui consiste dans 70% des cas en une plaque passive (14).

1.3.1.1. Rôle et enjeux de la plaque palatine

- **Éviter l'interposition linguale dans la fente : le centrage lingual**

En présence d'une fente labio-palatine, la langue va naturellement essayer de combler la communication entre les fosses nasales et la cavité buccale en s'interposant dans la fente. Cela entraîne une orientation défavorable des lames palatines et augmente la largeur du hiatus osseux présent.

La plaque palatine va permettre de fermer cette communication et va fournir un repère pour le positionnement de la langue. Elle servira de point d'appui et évitera le phénomène de verticalisation des lames palatines (1,39).

- **Guidage orthopédique**

La plaque palatine passive a pour objectif de repositionner, d'aligner et de réduire les segments maxillaires en les ramenant à une distance minimale afin de pouvoir effectuer une fermeture chirurgicale dans les meilleures conditions. Elle permettra notamment de donner aux crêtes alvéolaires un contour harmonieux et d'améliorer la morphologie nasale (1,40).

En 1996, Mishima et ses collaborateurs ont étudié les changements sur la morphologie du palais de 20 enfants présentant des fentes unilatérales labio-palatines pendant les 4 premiers mois de leur vie, 18 portaient la plaque de Hotz et 8 ne la portaient pas. Il a été démontré que

le degré de courbure des surfaces palatines étaient inférieures grâce au port de la plaque de Hotz (41).

En 2000, une autre étude du même auteur conforte l'idée que la plaque de Hotz jouerait un rôle de déplacement mésial des segments palatins. Il revient notamment sur le fait que la plaque de Hotz préviendrait un collapsus du maxillaire grâce à la normalisation de la position de la langue. Il évoque également que la largeur du palais serait supérieure chez un enfant ayant porté la plaque de Hotz (42).

En 2012, Une étude menée par Karube et al. émet l'hypothèse que les forces passives verticales et horizontales de la plaque de Hotz contribuerait à l'amélioration de la morphologie nasale. Elle permettrait de conserver la symétrie des narines après une chéilorhinoplastie (43).

- **Faciliter l'alimentation et diminuer le jetage nasal**

Le port de la plaque palatine permet de séparer les fosses nasales de la cavité buccale. Ainsi l'alimentation est améliorée en évitant le passage du lait dans les narines. La déglutition est facilitée, les régurgitations nasales sont réduites et les muqueuses sont protégées. La plaque palatine permet de créer une pression intrabuccale négative favorisant la succion du nourrisson. En effet, la présence d'une fente implique un passage d'air et ne permet pas d'établir une pression négative suffisante afin que le lait puisse être expulsé. La plaque permet d'exercer une pression linguale car elle sert de point d'appui rigide pour la langue afin de permettre la succion. Elle permet également d'éviter une ulcération de la cloison nasale par les tétines (1,39).

- **Enjeux psychologiques**

Pour les parents, elle va permettre dès les premières heures de vie d'établir un lien avec l'équipe soignante. Celle-ci va pouvoir les accompagner, leur donner des conseils et répondre à leurs questions dans cette étape difficile qui peut être source de stress et d'inquiétude (21). Plusieurs rendez-vous seront nécessaires pour la confection et l'adaptation de la plaque jusqu'à la chirurgie réparatrice.

1.3.2. Les plaques palatines actives

Les plaques palatines actives sont des plaques qui vont exercer des contraintes sur les deux fragments de la fente. Elles sont mises en place pour les déplacements sévères concernant les fentes totales (1,18).

- Par traction : L'approche de Latham utilise un appareil intra-oral fixe avec une vis mécanique transmaxillaire qui est progressivement tournée pour réduire la largeur de la fente (1,44).
- Orthopédie naso-alvéolaire ou moulage naso-alvéolaire (NAM) : Elle combine la plaque passive avec une tige nasale en résine acrylique. Elle vise à améliorer la projection et la position du dôme nasal. Elle cherche également à allonger la columelle (1,18,44).
- Vérins et boucle de compensation : Un vérin est inclus dans la plaque pour compenser l'endognathie du petit fragment palatin (1,44,45).

L'utilisation de l'orthopédie active pré chirurgicale est très controversée dans la littérature.

Un essai clinique réalisé en 2016 par Cerón-Zapata et al. suggère l'idée que l'orthopédie naso alvéolaire permettrait de diminuer la largeur de la fente à son niveau antérieur comparée à un traitement avec la plaque de Hotz uniquement (46).

Cependant une étude menée par Berkowitz et al. nous rapporte une incidence plus élevée d'articulé croisé antérieur chez les patients traités avec l'approche de LATHAM que les patients avec aucun traitement. De plus, il suggère l'idée que l'orthopédie active inhiberait la croissance du maxillaire par fusion précoce des segments palatins et rendrait impossible une correction orthodontique future (47).

1.3.3. Conception d'une plaque palatine passive

1.3.3.1. *Prise d'empreinte (1,20)*

C'est une étape complexe et risquée qui nécessite la patience et l'habileté du praticien. L'anesthésie est écartée, mais l'oxygénothérapie est fortement conseillée. En effet il est préférable de réaliser l'empreinte dans un service équipé d'une aspiration chirurgicale et d'une source d'oxygène afin de prévenir un arrêt respiratoire. Elle est le plus souvent réalisée en

l'absence des parents pour éviter les traumatismes psychologiques et donc la perturbation du geste opératoire.

Cette empreinte est réalisée, si possible, grâce à un porte-empreinte individuel (PEI). Ces PEI peuvent être façonnés sur d'anciens modèles en plâtre issus de précédents patients.

Les matériaux les plus utilisés sont les élastomères de silicone ou polyvinylsiloxane (VPS). Ils possèdent de nombreuses qualités notamment leur stabilité volumétrique, leur goût agréable, leurs nombreuses viscosités, et leur grande précision d'enregistrement. À l'inverse, il faudra éviter les hydrocolloïdes irréversibles tel que l'alginate afin de prévenir tout risque d'inhalation ou rétention de matériau dans les zones de contre-dépouilles.

En l'absence d'un PEI, il est préférable d'utiliser un silicone à haute viscosité pour un meilleur contrôle du praticien. En effet, ce matériau peut être introduit dans la cavité buccale à l'aide d'un abaisse langue ou des doigts plus simplement. Il pourra être rebasé si nécessaire à l'aide d'un silicone de basse viscosité pour plus de précision. Il est également possible de réaliser un PEI à l'aide cette première empreinte.

En présence d'un PEI, un silicone de viscosité moyenne sera préféré. L'enregistrement sera plus précis, et moins compressif sur les tissus ostéo-muqueux par rapport à un matériau de haute viscosité.

Selon les équipes, la position du nourrisson varie lors de la prise d'empreinte. Elle peut être réalisée en décubitus dorsal ou en position assise avec la tête soutenue par le bras. En présence d'un syndrome de Pierre Robin, on préférera le décubitus ventral ou latéral. Les pleurs de l'enfant sont un bon signe que le matériau n'obstrue pas les voies respiratoires.

Le but de cette empreinte sera d'enregistrer :

- les surfaces à recouvrir ;
- les crêtes alvéolaires ;
- le vestibule ;
- les berges de la fente (avec une légère pénétration dans la communication) ;
- le bourgeon médian pour le cas de fentes labio-palatines bilatérales complètes.



Figure 5 : Empreinte au VPS d'une arcade maxillaire présentant une fente labio-palatine bilatérale complète (Courtoisie du Dr Naveau).

1.3.3.2. Étapes de laboratoire

L'empreinte est coulée afin d'obtenir un modèle en plâtre de l'arcade maxillaire (Fig.6). Le prothésiste va premièrement combler les contres dépouilles ainsi que la fente à l'aide d'une cire afin qu'il y ait une continuité au niveau du palais. Le modèle est ensuite enduit d'un vernis séparateur, la confection de la plaque peut alors commencer. Le prothésiste va réaliser la plaque avec une résine autopolymérisable (exemple : Orthoresin® Denstply Sirona) en apportant de manière alternative la poudre et le liquide sur la surface d'appui (technique de saupoudrage). La plaque sera ensuite placée dans une cuve d'eau chaude à 2 bars de pression afin de parfaire la polymérisation et de limiter les porosités. Pour finir, la plaque est polie et les bords sont arrondis (Fig.7) (1).

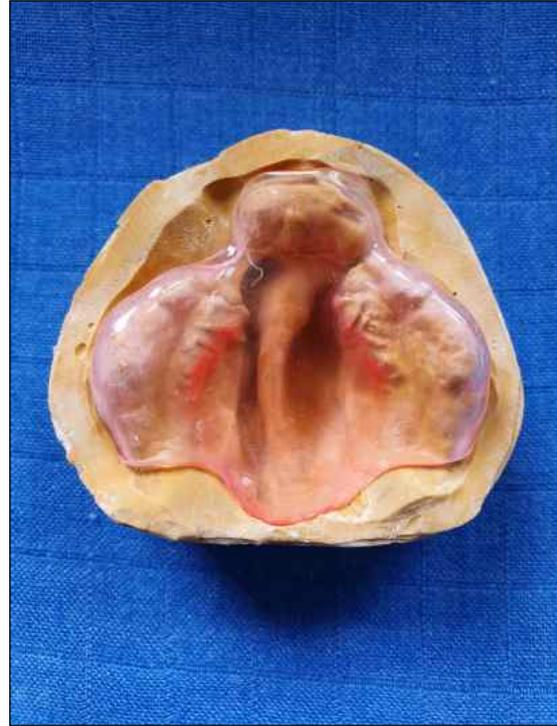
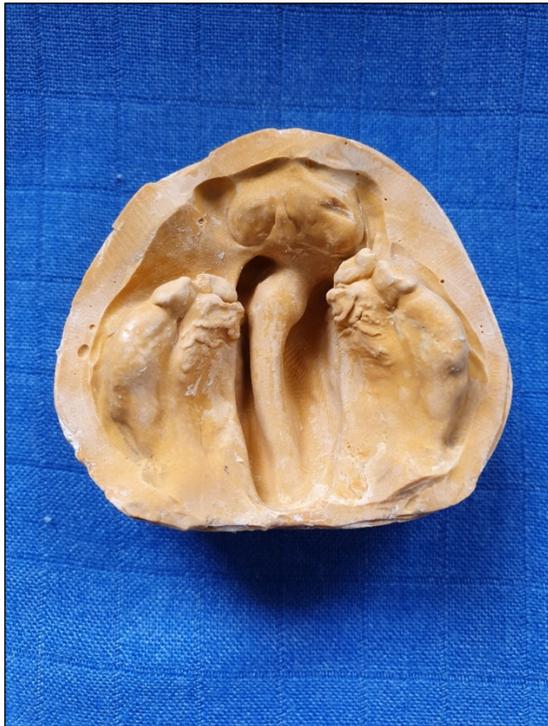


Figure 6 (à gauche) : modèle en plâtre issu de l'empreinte (cf. fig5). (Courtoisie du Dr Naveau)

Figure 7 (à droite) : Plaque palatine passive sur son modèle en plâtre (Courtoisie du Dr Naveau)



Figure 8 : Plaque palatine en bouche (Courtoisie du Dr Naveau)

Malgré des résultats satisfaisants, les séances longues et fastidieuses des prises d'empreintes nous poussent à réfléchir sur une manière plus efficace et moins invasive pour la réalisation d'une plaque palatine.

Le flux numérique est une nouvelle approche dans la conception de ces plaques. L'imagerie numérique, la conception assistée par ordinateur et la fabrication assistée par ordinateur visent à simplifier la procédure et la rendre plus accessible.

Une série de cas sera présentée afin de décrire le flux de travail numérique dans la réalisation d'une plaque palatine passive et d'analyser son efficacité.

2. Présentation de cas cliniques (2)

2.1. Patient A : Conception et fabrication d'un PEI par CFAO

2.1.1. Étude initiale du patient

Le patient A est un nouveau-né qui a été adressé au service odontologie du CHU de Saint-André pour la réalisation d'une plaque palatine passive afin d'améliorer son alimentation. Il présente une fente labio-palatine unilatérale gauche, d'une taille de 1 cm, allant de la lèvre au palais mou (Fig.9). L'enfant était nourri par allaitement en association avec des biberons spéciaux de la marque Medela® depuis sa naissance. Les mouvements de suctions du biberon ont altéré sa muqueuse nasale. La véloplastie, la chéiloplastie et la tympanostomie ont été programmés à l'âge de 6 mois.

Pour ce patient, les portes empreintes enfants étaient beaucoup trop grands et n'étaient donc pas adaptés à sa cavité buccale. Il a donc été décidé de réaliser un PEI par CFAO. Les étapes suivantes ont suivi un protocole conventionnel de conception de plaque palatine passive.



Figure 9 : Photographie intra-buccale du patient A (Courtoisie du Dr Naveau)

2.1.2. Conception assistée par ordinateur du PEI

Afin de créer un PEI adapté à ce patient, nous avons utilisé un ancien PEI comme base. Pour cela, lors de la première consultation, des mesures de l'arcade maxillaire ont été réalisées notamment la distance entre les tubérosités maxillaires et la taille de la fente. Cela a permis de trouver un PEI d'une taille similaire à son arcade dans les archives. Celui-ci a été numérisé par le scanner intra-buccal Trios 3 (3Shape A/S). Le fichier a été converti au format STL et a ensuite été importé dans le logiciel Meshmixer (v3.5, Autodesk). Quelques corrections ont été apportées afin de l'adapter à l'arcade du patient et de supprimer les artefacts et trous dus au scannage (Fig.10).

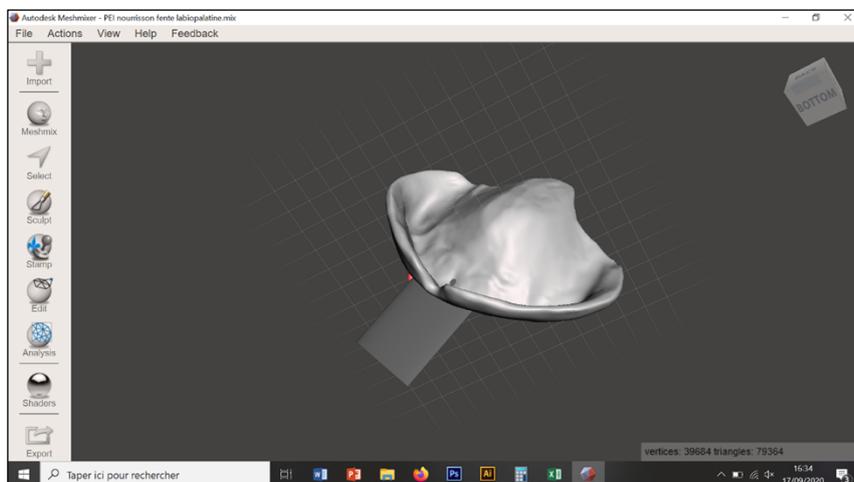


Figure 10 : PEI avec ajout de manche modélisé sur le logiciel Meshmixer (v3.5, Autodesk) (Courtoisie du Dr Naveau).

2.1.3. Fabrication assistée par ordinateur du PEI

Une fois le PEI validé sur le logiciel Meshmixer (v3.5, Autodesk), le fichier a été transféré au logiciel d'impression PreForm (v3,5, Formlabs). Cette étape va servir à orienter le PEI de manière optimale avant impression. Un échafaudage composé de plusieurs tiges et d'un plateau a été réalisé afin de maintenir le PEI lors de l'impression (Fig.11). Ces tiges sont générées automatiquement mais il est possible de les modifier manuellement. Aussi, on peut diminuer leur nombre et donc diminuer le temps d'impression ainsi que le coût final.

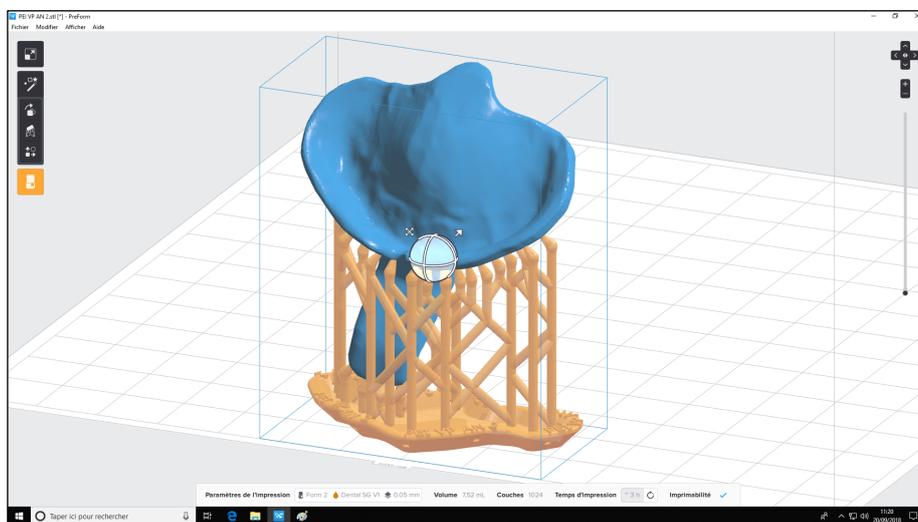


Figure 11 : PEI avec son échafaudage (tiges et plateau) avant impression sur logiciel PreForm (v3,5, Formlabs) (Courtoisie du Dr Naveau).

La dernière étape est l'impression du PEI (Fig.12). L'imprimante utilisée dans cette étude est la Form 2 de Formlabs. Elle est basée sur une technologie stéréolithographique qui est une méthode de fabrication additive très utilisée dans l'impression 3D. L'imprimante dispose d'un réservoir rempli de résine liquide qui sera solidifiée couche par couche à l'aide d'un laser ultraviolet (UV). La résine utilisée pour l'impression du PEI est une résine biocompatible de classe 1 (Dental SG, Formlabs, CE Classe I, EN-ISO10993-1:2009/AC:2010), l'épaisseur d'une couche a été fixée à 100 microns. Le temps d'impression a été d'environ 3h.

Une fois l'impression terminée, le PEI et son échafaudage ont été rincés dans 2 bains d'alcool isopropylique (IPA) pendant 10 minutes chacun afin de se débarrasser de la couche de résine non polymérisée à la surface. De l'air comprimé a ensuite été utilisé pour éliminer l'IPA. Une post-polymérisation a été effectuée sous une lumière ultraviolette de 405 nm pendant 30 minutes à 60°C. Enfin le PEI a été retiré de son support et un polissage à la fraise résine a été

réalisé notamment au niveau des points de contacts. Le porte-empreinte a été stérilisé à l'autoclave avant d'être utilisé. Ce PEI a notamment été répliqué dans plusieurs tailles afin d'établir un stock à disposition.



Figure 12 : Impression du PEI dans l'imprimante Form 2 de Formlabs (Courtoisie du Dr Naveau).

2.1.4. Prise d'une empreinte physico-chimique

Une empreinte a été réalisée grâce au PEI conçu par CFAO enduit d'un PVS (Fig.13). L'empreinte a été réalisée à l'hôpital pédiatrique en présence d'une source d'oxygène et d'un saturomètre pour des raisons de sécurité.

2.1.5. Étapes de laboratoire

L'empreinte est ensuite envoyée chez le prothésiste et a été coulée en plâtre de type III (Fig.14). Un comblement des contre-dépouilles et de la fente a été réalisé à la cire afin de redonner une forme adéquate au palais. La plaque a été réalisée avec une résine orthodontique autopolymérisable à froid. Après avoir isolé le modèle avec un vernis séparateur, la réalisation de la plaque s'est faite en saupoudrant la surface d'appui avec de la poudre (polyméthyle de méthacrylate) et en la saturant avec le liquide (méthacrylate de méthyle). Après polymérisation, la plaque a été dégrossie, polie et les bords ont été adoucis (Fig.15).

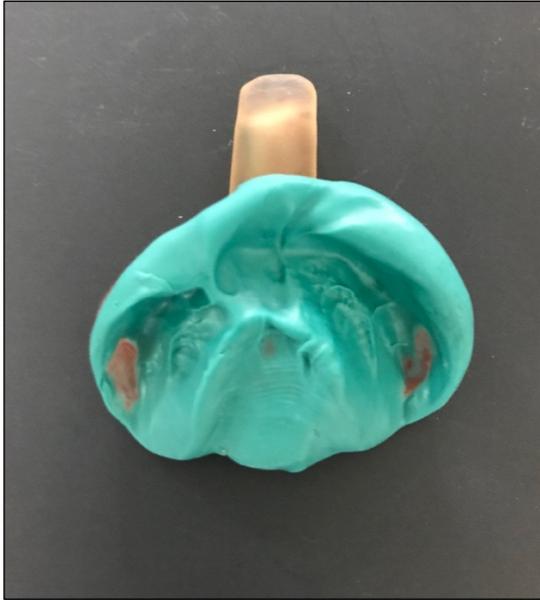


Figure 13 (à gauche) : Empreinte au VPS de l'arcade maxillaire réalisé avec le PEI conçu par CFAO (Courtoisie du Dr Naveau).



Figure 14 (à droite) : Modèle en plâtre de l'arcade maxillaire (Courtoisie du Dr Naveau).

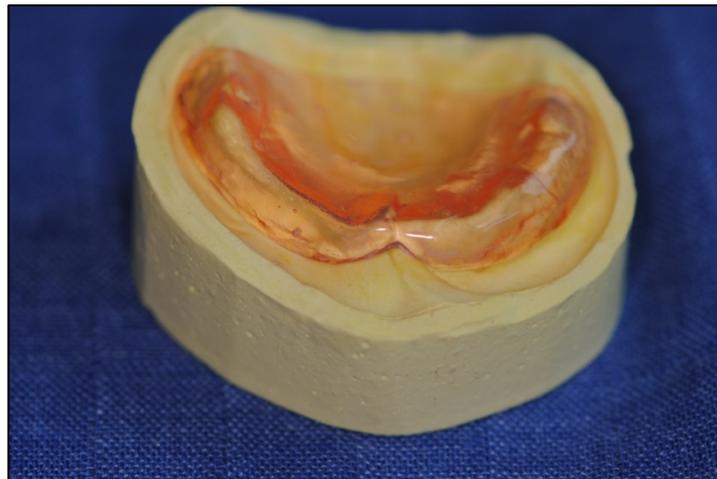


Figure 15 : Plaque palatine passive en résine sur son modèle en plâtre (courtoisie du Dr Naveau).

2.1.6. Suivi

Le patient a d'abord eu du mal à s'adapter à sa plaque. Sa mère a rapidement cessé de lui mettre sa plaque car il ne la supportait pas et ne s'alimentait plus assez. Le patient aurait eu des réflexes nauséux lorsque sa mère tentait de lui mettre la plaque en bouche. Aucune lésion n'a cependant été rapportée. Lors d'un contrôle à 3 semaines, le patient a réussi à garder la plaque pendant une vingtaine de minutes, des conseils ont été donnés afin d'augmenter progressivement la durée de port.

2.2. Patient B : Réalisation d'une gouttière obturatrice : Empreinte numérique et conception du modèle en technique CFAO.

2.2.1. Évaluation initiale du patient

La deuxième patiente est une jeune fille âgée de 4 ans reçue en première consultation en janvier 2020 dans le service odontologie du CHU de Saint André.

Elle présente une fente labio-palatine unilatérale gauche résiduelle (Fig.16). Elle avait subi une fermeture de sa fente labiale auparavant dans un autre pays. La fermeture du palais osseux et mou a été réalisée à Bordeaux ultérieurement. Il était prévu par la suite une gingivopériostoplastie précédée d'une expansion maxillaire au quad-hélix et une greffe osseuse. Entre temps, elle a été adressée à notre service pour la réalisation d'une plaque palatine passive afin d'améliorer ses fonctions orales.



Figure 16 : Photographie intra-buccale du patient B (Courtoisie du Dr Naveau)

2.2.2. Prise d’empreinte optique

Une empreinte optique de l’arcade maxillaire a été réalisée grâce au scanner intra-buccal Trios 3 (3 shape A/S) (Fig.17,18). La patiente a été très coopérante, l’empreinte s’est déroulée sans difficultés. L’opérateur a suivi un trajet en « U » d’une tubérosité à l’autre en enchainant 3 balayages successifs : occlusal, palatin et vestibulaire. L’empreinte obtenue présentait un enregistrement satisfaisant du palais. Mais il a fallu une empreinte supplémentaire afin d’enregistrer les dents adjacentes à la fente ainsi que le défaut la fente. Les difficultés ont été d’enregistrer la profondeur de la fente et de gérer un tissu très mobile. Le fichier a été converti au format STL pour être transféré au logiciel de CAO (Fig.19).

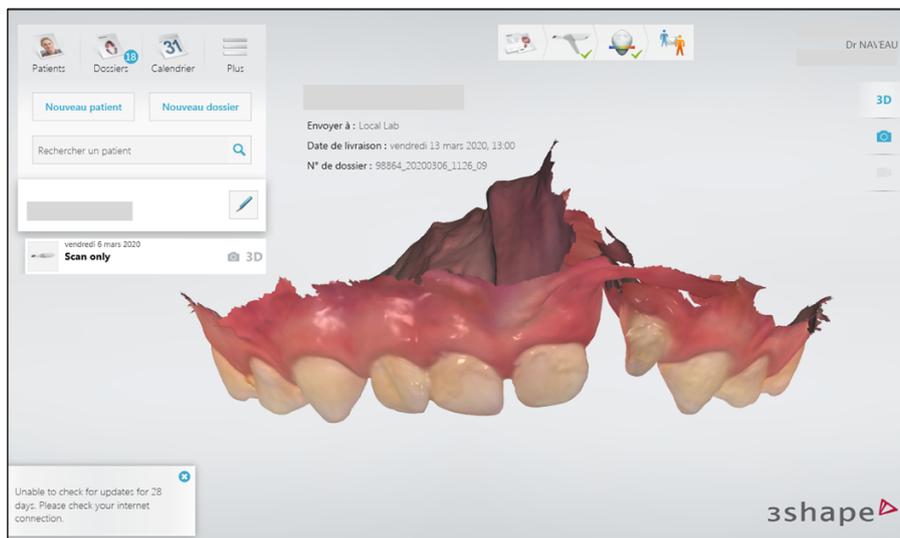


Figure 17 : Empreinte optique de l’arcade maxillaire : vue frontale (Courtoisie du Dr Naveau).

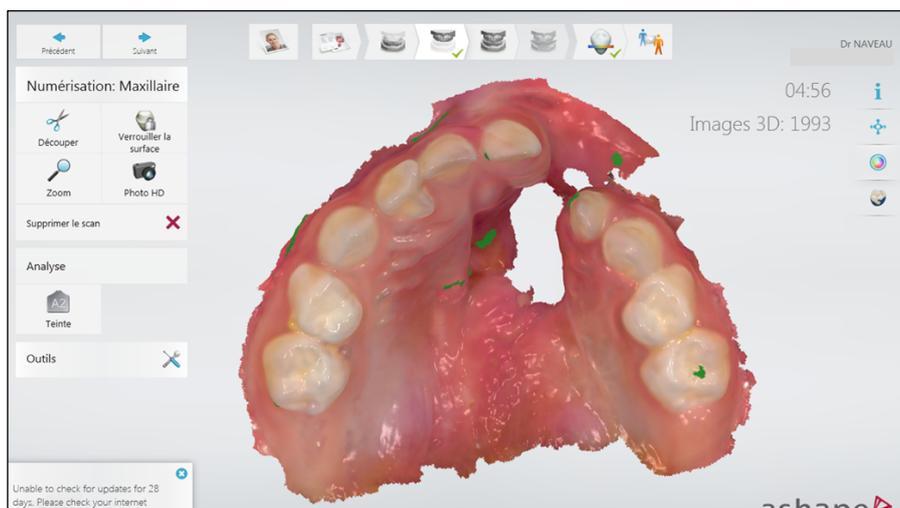


Figure 18 : Empreinte optique de l’arcade maxillaire : vue palatine (Courtoisie du Dr Naveau)



Figure 19 : Arcade maxillaire au format STL (Courtoisie du Dr Naveau)

2.2.3. Conception assistée par ordinateur

Le fichier a été ouvert sur le logiciel Meshmixer (v3.5, Autodesk) afin de créer un modèle virtuel de l'arcade maxillaire. Des modifications ont été apportées à ce modèle notamment le comblement des zones de contre-dépouilles. Le fichier a été envoyé au logiciel PreForm (Formlabs) avant impression sur l'imprimante Form 2 (Formlabs) (Fig.20).

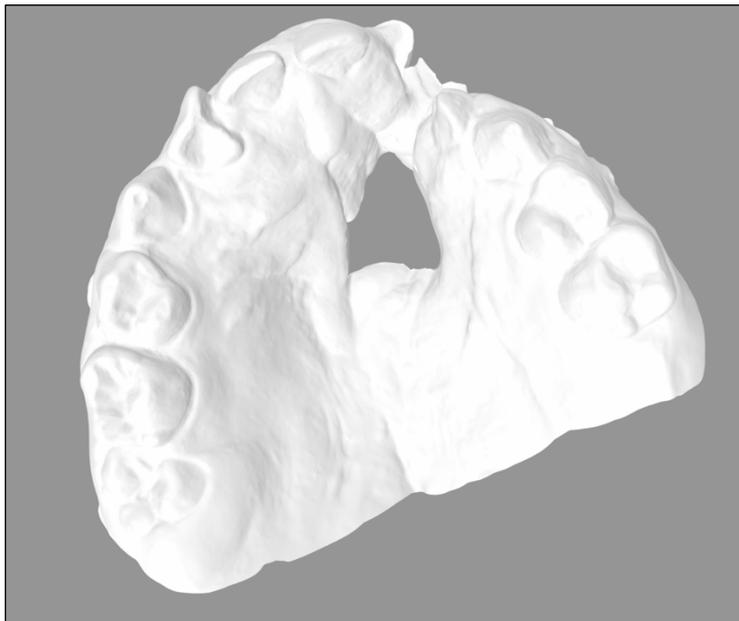


Figure 20 : Modèle de l'arcade maxillaire prêt pour impression (format STL) (Courtoisie du Dr Naveau)

2.2.4. Fabrication assistée par ordinateur

Le fichier STL a été ouvert sur PreForm (Formlabs) et le support du modèle a été modélisé avant impression (Fig.21). Le modèle de l'arcade a été imprimé grâce à l'imprimante Form 2 (Formlabs). Par la suite, le prothésiste a comblé le défaut de fente manuellement avec de la résine auto polymère pour reproduire une continuité au niveau des tissus palatins. Par manque de contre dépouilles nécessaires pour la rétention des crochets, une gouttière en résine thermoplastique a été fabriquée le temps des soins dentaires (Fig.22).



Figure 21 (à gauche) : Modèle de l'arcade maxillaire avec son échafaudage sur logiciel PreForm (Courtoisie du Dr Naveau).

Figure 22 (à droite) : Gouttière en résine thermoplastique sur modèle imprimé (Courtoisie du Dr Naveau).

2.2.5. Suivi

La gouttière thermoplastique a rapidement été abîmée. La décision a donc été de réaliser une prothèse amovible avec adjonction d'une dent par méthode conventionnelle, la rétention se faisait à l'aide crochets boules (Fig.23). La patiente est revenue 2 ans plus tard avec sa plaque fracturée. Aucun contrôle n'a été fait entre 2020 et 2022.



Figure 23 : Plaque palatine passive en bouche (Courtoisie du Dr Naveau).

2.3. Patient C : Réalisation d'une plaque palatine chez un nourrisson : Empreinte numérique et conception assistée par ordinateur.

2.3.1. Évaluation initiale du patient

Le patient C est un nouveau-né de 3 semaines. Ce patient présente une fente unilatérale gauche (Fig.24). Il a été adressé à notre service pour la fabrication d'une plaque palatine passive afin de faciliter son alimentation avant sa chirurgie. La chirurgie primaire est prévue à 8 mois pour la véloplastie intra-vélaire et la cheïlorhinoplastie puis à 20 mois pour la fermeture du palais osseux.

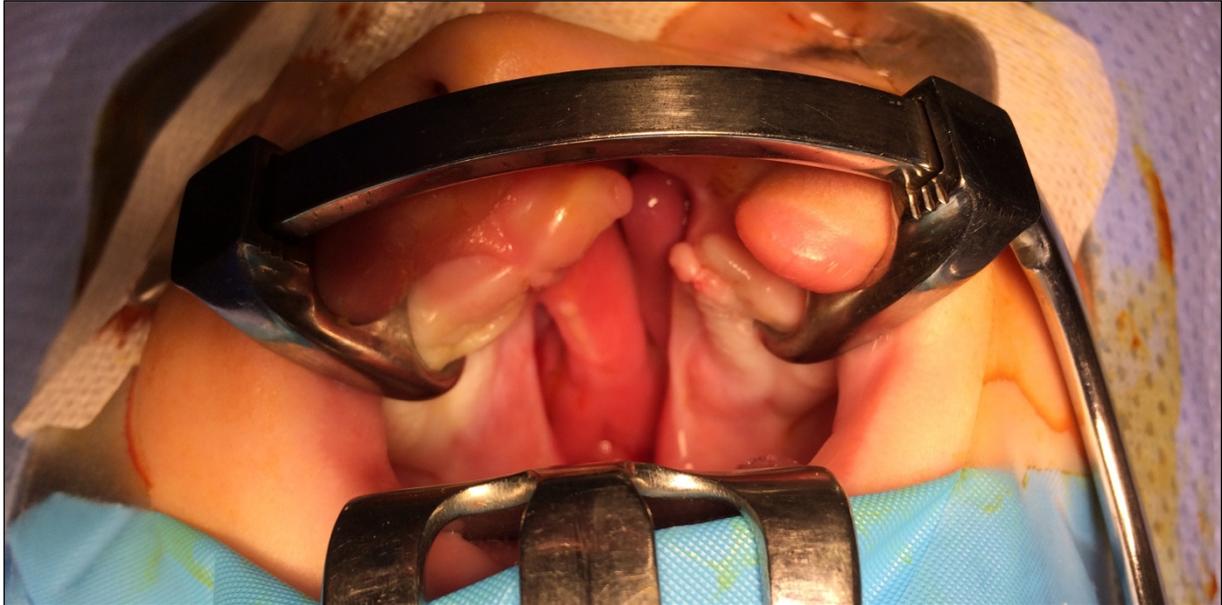


Figure 24 : Photographie intra-buccale du patient C (Courtoisie du Dr Naveau)

2.3.2. Prise d'empreinte optique

Une empreinte de l'arcade maxillaire a été numérisée grâce à au scanner intra-oral Trios 3 (3shape A/S). Elle a été réalisée d'une tubérosité à l'autre suivant un trajet en U, sans écarteurs de lèvres. Il a fallu 5 minutes pour obtenir une empreinte complète, des pauses ont été nécessaires pour apaiser le nourrisson. Le fichier obtenu a été converti en format STL pour être envoyé au logiciel de conception.

2.3.3. Conception assistée par ordinateur

Le fichier a été ouvert dans le logiciel Exocad (v2.2, Align Technologies). À partir de l'empreinte, le logiciel a créé un modèle virtuel de l'arcade maxillaire (Fig.25).

Pour créer la plaque de façon numérique, il était nécessaire d'avoir un modèle plein, sans vide, afin qu'elle soit soutenue, ce qui était incompatible avec une fente. Pour cela, un PEI a été retrouvé dans les archives et a été ouvert dans le logiciel Meshmixer (v3.5, Autodesk). À partir de celui-ci, les bords buccaux ont été taillés et une extrusion de 1 cm a été effectuée perpendiculairement au plan occlusal pour créer un modèle plein (Fig.26). Ce modèle plein ainsi que le modèle initial de l'arcade maxillaire ont été combinés pour créer un modèle unique adapté au patient (Fig.27). La plaque a pu être confectionnée point par point sur le logiciel Exocad. Grâce au module « bite splint » les zones de contre dépouilles ont pu être comblées (Fig.28). Ensuite l'épaisseur de la plaque a été choisie, elle était de 2,5mm.

Le fichier a été converti au format STL et envoyé au logiciel PreForm (Formlabs) avant impression avec l'imprimante Form 2 (Formlabs). Elle a été confectionnée avec une résine de classe IIa biocompatible (Dental LT resin, Formlabs).

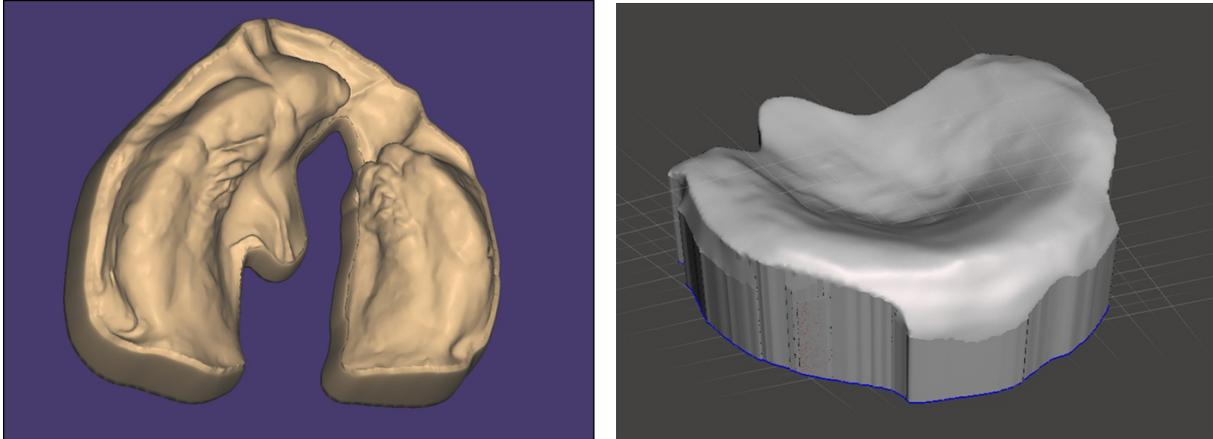


Figure 25 (à gauche) : Arcade maxillaire générée par le logiciel Exocad à partir de l'empreinte numérique (Courtoisie du Dr Naveau).

Figure 26 : (à droite) : Modèle plein créé à partir d'un ancien PEI par le logiciel Meshmixer (Courtoisie du Dr Naveau).

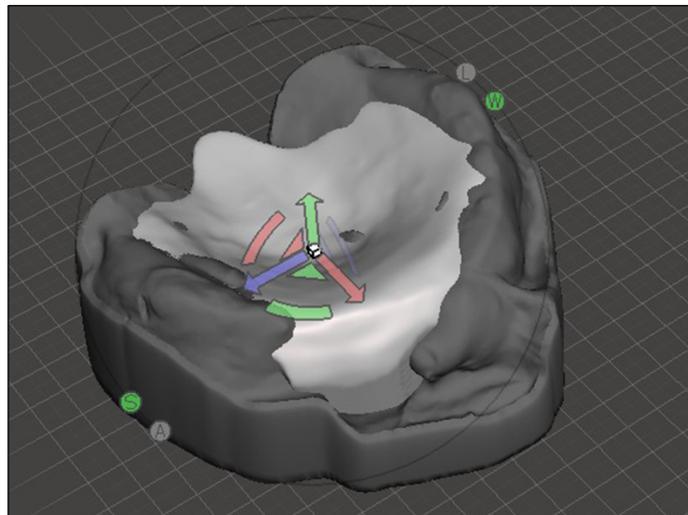


Figure 27 : Modèle unique créé à partir d'une combinaison des modèles des figures 25 et 26 (Courtoisie du Dr Naveau).

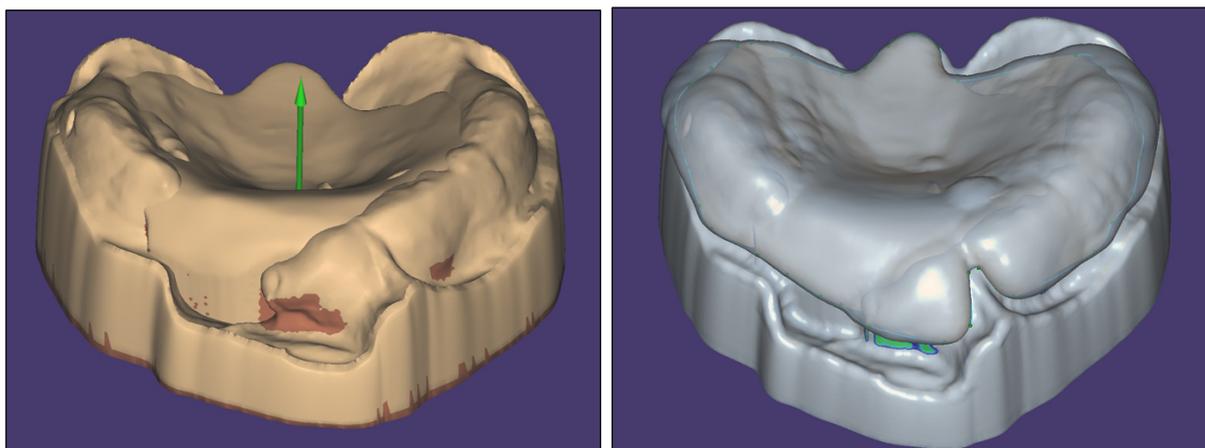


Figure 28 (à gauche) : Suppression des contre-dépouilles au niveau de la fente sur logiciel Exocad (Courtoisie du Dr Naveau).

Figure 29 (à droite) : Modélisation de la plaque palatine sur son modèle (Courtoisie du Dr Naveau).

3. Discussion

Les résultats de cette série de cas cliniques ont permis de déceler de nombreux avantages à l'utilisation du flux numérique pour la conception des plaques palatines passives, ce qui valide donc notre hypothèse de départ. L'expérience du flux numérique à l'hôpital Saint André a permis de faciliter la prise en charge du patient, de diminuer la source de stress de l'empreinte numérique et d'apporter une solution pratique à la conception d'une plaque palatine avec une possibilité de stocker les données du patient.

Nous reviendrons ci-après sur nos résultats et nous les étayerons à l'aide de quelques éléments de la littérature.

3.1. Gain de confort

Un des avantages retrouvé dans notre étude est le gain en sécurité et en confort notamment grâce à l'empreinte numérique. Pour rappel, la procédure classique comporte un risque d'aspiration du matériau d'empreinte pouvant entraîner une obstruction respiratoire et une cyanose aigue. Le matériau peut aussi rester à l'intérieur de la fente et provoquer une inflammation. Cela peut créer une appréhension de la part des parents mais aussi du praticien avant la procédure.

Grâce à l'empreinte numérique, aucun de ces désagréments n'ont été retrouvés dans notre étude ainsi que dans la littérature. (48–52).

Une étude comparative a été menée en 2016 par Chalmers et al. pour évaluer l'appréciation des patients et des parents/accompagnateurs concernant la prise d'empreinte numérique en comparaison à une empreinte physico-chimique. L'étude portait sur 43 patients âgés de 9 à 21 ans avec une fente labio-palatine unilatérale. Les résultats ont montré une nette préférence de la part des patients et des parents/accompagnateurs pour l'empreinte 3D pour le confort qu'elle apporte. Aucune expérience négative n'a été rapportée par les patients avec l'empreinte 3D. A contrario, 16,3 % des patients ont mal vécu l'empreinte mécanique (53).

De même dans l'étude de Dalessandri et al. où l'objectif était de comparer les 2 méthodes (numérique et conventionnelle) en évaluant la prise d'empreinte, la précision des plaques et l'impact sur les résultats. Il est rapporté que 100% des mères considèrent l'empreinte numérique comme moins invasive par rapport à une méthode conventionnelle (54).

L'empreinte numérique apparait donc une alternative sûre aux empreintes physico-chimiques en évitant les risques qui lui sont associés. Elle permet de diminuer le stress engendré par des

rendez-vous d'empreinte parfois longs et traumatisants tant pour les patients que pour les parents. Malgré quelques difficultés dans notre étude lors de la prise d'empreinte numérique, cette étape reste également moins stressante pour le praticien.

3.2. Gain de temps

3.2.1. L'empreinte numérique

La majorité des études suggèrent un gain de temps sur la confection des plaques palatines par rapport à une méthode conventionnelle notamment sur la prise d'empreinte numérique (48,51,52,54).

L'étude de Xepapadeas et al. réalisée en 2019 nous rapporte un temps de numérisation de 4m15 chez un nourrisson atteint de Trisomie 21. La numérisation était compliquée en raison d'une musculature hypotonique et d'une langue hypertrophiée en plus d'une salivation incontrôlée (48). Dans leur deuxième étude de la même année, nous apprenons que la numérisation a duré 1m16 chez un nourrisson présentant une séquence de Robin (51).

Dalessandri et al. ont quant à eux, passé moins de 30 secondes à numériser une arcade d'un nouveau-né. Ils étaient néanmoins deux à réaliser la procédure, l'un faisait la numérisation pendant que l'autre séparait les mâchoires et séchait la cavité buccale. Dans la méthode conventionnelle, plusieurs empreintes physico-chimiques ont été nécessaires par manque de détails pour la plupart et un cas en raison de régurgitations du matériau d'empreinte (54).

Ces temps font échos aux résultats de notre étude où 5 minutes ont été nécessaires pour l'empreinte d'un nourrisson (patient C).

Il y a cependant une limite à cette comparaison puisque les patients des différentes études ne sont pas similaires sur leur pathologie malgré qu'ils le soient approximativement dans leur âge. La présence d'un syndrome associé tels que la trisomie 21 ou la séquence de Pierre Robin peut engendrer des difficultés supplémentaires comparé à notre patient indemne de syndrome.

L'étude de Shanbhag et al. rapporte quant à elle un temps de numérisation de 20 min pour obtenir une empreinte complète de la fente labio-palatine d'un bébé de 2 mois. Cela s'explique par des temps de repos qui ont été nécessaires pour calmer le patient, la majorité de la fente a pu être enregistrée en un seul essai mais plusieurs balayages ont été nécessaires pour obtenir des détails complets (49).

Cependant, aucune de ces études n'ont donné leur temps de réalisation d'une empreinte conventionnelle lorsqu'il y en avait, le gain de temps est alors subjectif pour les auteurs, ce qui crée un biais dans la comparaison. Ce gain de temps peut s'expliquer par la possibilité de reprendre une empreinte uniquement de la zone manquante en comparaison à l'empreinte physico-chimique où l'entièreté de l'arcade doit être reprise si elle est non exploitable. Elle est aussi dépendante du nombre d'opérateur qui la pratique, de l'âge du patient et de la complexité du cas.

3.2.2. Réalisation des plaques

On estime que la réalisation d'une plaque palatine par méthode conventionnelle peut nécessiter plusieurs jours notamment à cause des échanges entre le laboratoire et le cabinet. La méthode CFAO directe offre la possibilité de réaliser entièrement la plaque au cabinet si l'on possède tous les appareils et logiciels nécessaires. Avec une imprimante Form 2 (Formlabs), il faut environ 2 à 3h pour imprimer de la résine à une épaisseur de couche de 100 microns selon ce qu'on souhaite réaliser. Donc selon l'expérience du praticien, la réalisation d'une plaque peut nécessiter de seulement quelques heures.

Une de limites de notre étude est que la plaque réalisée pour le patient C n'a pas été imprimée à l'hôpital Saint-André par manque de la résine appropriée. Il est donc difficile d'estimer le temps total de réalisation de celle-ci et d'affirmer un gain de temps. A titre d'exemple, l'étude de Xepapadeas et al. nous rapporte qu'il a fallu 3h30 pour confectionner une plaque de Tübingen depuis la numérisation jusqu'à la fabrication (51).

3.2.3. Diminution des rendez-vous

Un autre avantage retrouvé dans la littérature est la possibilité de réduire le nombre de rendez-vous notamment dans les traitements par NAM (52,55–57). Dans une méthode conventionnelle de thérapie par NAM, chaque nouvelle plaque nécessite de réaliser une nouvelle empreinte alors que la méthode par flux numérique permettrait de réduire ces étapes à une seule procédure. L'étude de Shen et al. en 2015 a montré un nouveau protocole de réalisation de NAM en préfabriquant à l'avance une série de plaque grâce au flux numérique. Ces plaques ont pu être modélisées et confectionnées à partir d'une seule empreinte. Seulement 1h a été nécessaire pour la conception de ces plaques. Les plaques ont pu être données à l'avance aux parents ce qui a réduit leur nombre de rendez-vous à la clinique. Ils devaient se rendre à la clinique une fois par mois pendant 2 mois pour voir l'évolution de la fente et réaliser des ajustements si besoin. Sur l'ensemble des patients, un seul a nécessité

d'un nouvel appareil en raison de saignements et d'inconfort, onze présentaient une irritation des muqueuses et deux une ulcération mineure des muqueuses (58). Malgré ces complications, la possibilité de réaliser des plaques à l'avance reste une avancée considérable dans le flux numérique .

3.3. Facilité de mise en œuvre

3.3.1. Difficultés

Au premier abord, l'utilisation d'un scanner intra-oral peut paraître simple, mais sa manipulation peut être compliquée, en particulier chez un nourrisson. En effet, l'espace disponible dans la cavité buccale est très limité. Dans notre étude, la difficulté principale était d'enregistrer la profondeur de la fente que ce soit pour le patient B ou C malgré leur différence d'âge et donc de leur taille d'arcade. Cette difficulté a aussi été retrouvée dans l'étude de Krey et al. où la numérisation des zones distales de l'arcade (tubérosités et vestibule) ainsi que le défaut de la fente ont été compliqués en raison de la tête de scanner trop volumineuse (50). Cependant, Gong et al. ont utilisé le scanner Trios3 pod (3 shape A/S) sur un nourrisson présentant une FLP et n'ont trouvé aucun inconvénients à son usage dans une petite cavité buccale, les résultats ont été satisfaisants (52).

De plus, une empreinte numérique exige une quantité limitée de salive afin d'être précise, mais la complexité d'une fente labio-palatine peut nécessiter un temps de numérisation plus long. Une utilisation prolongée de la tête de scanner augmentera quantité la quantité de salive ce qui impactera la qualité de l'empreinte numérique (52).

3.3.2. Avantages

Le flux de travail numérique permet d'éviter les inconvénients de la technique d'empreinte conventionnelle, tels que les tirages, les déchirures, les bulles sans oublier les variations dimensionnelles des matériaux impliquant un temps de travail limité ou encore le risque de la séparation du porte-empreinte du moulage en plâtre. Aussi, il n'est plus nécessaire de chercher des PEI adaptés à la taille du palais du patient pour prendre une empreinte ce qui facilite la prise en charge du patient.

Le flux numérique permet le stockage des données des patients alors qu'une empreinte physico-chimique n'est plus exploitable après un certain temps. Les échanges sont plus

rapides avec le laboratoire et/ou avec l'équipe interdisciplinaire. Le caractère réversible et reproductible du flux de travail numérique est un atout car des modifications pourront être établies à tout moment et les plaques pourront être confectionnées à l'identique en cas de perte ou de casse (52).

Plusieurs possibilités de mise en œuvre nous sont proposées. En effet, Les étapes du flux numérique sont interchangeable avec les étapes conventionnelles, ce qui laisse le choix à l'opérateur de mener sa procédure en fonction de ses préférences et de ses compétences. Dans notre étude nous avons pu confectionner des PEI par CFAO et réaliser des plaques de manière conventionnelle par la suite. Mais il est aussi possible de numériser des arcades maxillaires en plâtre et de confectionner le reste la prothèse de manière numérique.

3.3.3. Limites

L'utilisation d'une caméra optique ainsi que d'un logiciel de conception peut être complexe et demande une certaine expérience de la part l'opérateur. Le gain de temps et la facilité de mise en œuvre retrouvés dans les études restent donc dépendants de l'opérateur, plusieurs essais peuvent être nécessaires au début de la pratique avant d'avoir le résultat escompté.

De plus, suivant les études, les systèmes pouvaient différer (48–52,54,56). Différentes caméras, logiciels et imprimantes 3D ont été citées. On peut donc se questionner sur l'impact du système utilisé sur la facilité de mise en œuvre. D'après une étude réalisée par Renne et al. la Trios 3 de 3shape A/S a apporté le meilleur équilibre vitesse/précision pour une numérisation d'une arcade complète. Cette caméra étant celle utilisée dans notre étude, il est possible qu'elle ait influencé positivement nos résultats (59).

Une des limites de notre étude est qu'elle ne traite que de patients porteurs de fentes unilatérales complètes. Il nous est donc impossible de connaître l'impact du type de fente sur la facilité de réalisation d'une empreinte et de la conception de la plaque.

3.4. Précision

Deux études ont émis des comparaisons concernant la précision des plaques réalisées par méthode conventionnelle et numérique.

L'étude menée par Krey et al. en 2018 a porté sur la conception 100% numérique d'une plaque palatine sur 2 enfants. Les plaques ont eu un bon ajustement et très peu de retouches ont été

nécessaires. Aucune différence de précision de la confection de la plaque n'a été rapporté par rapport à une méthode conventionnelle (50). De même dans l'étude de Dalessandri et al où aucune différence significative n'a été soulignée entre la précision des plaques palatines passives faites à partir d'une empreinte numérique et celles faites à partir d'une empreinte physico-chimique. Des meulages ont été nécessaires pour les 2 types de plaques. Il est important de souligner que seules les empreintes ont été faites de manière numérique, le reste de la conception a été faite de manière conventionnelle (54).

3.5. Coût moindre

3.5.1. Comparaison des coûts entre méthode conventionnelle et numérique

Le coût d'une confection totalement numérique peut être un frein à son utilisation. Le coût des matériaux en méthode conventionnelle sont dérisoires en comparaison au prix d'un scanner intra-oral ou à un système de CFAO.

Pour une Trios 3 (3 Shape A/S) d'entrée de gamme, il faut compter près de 19 900 euros (*site : 3shape.com*). La licence d'un logiciel de conception assisté tel que EXOCAD (DentalCAD) démarre à 720 euros pour la première année avec un coût dégressif les années suivantes (*site : 3ddentalstore.fr*). Enfin, le coût de l'imprimante Form 3B+ (Formlabs) s'élève quant à elle à 6934,8 euros et les résines nécessaires à l'impression se vendent près de 300 euros le litre pour la SG resin et 479 euros le litre pour la Dental LT resin (*site : formlabs.com*). Ce sont des investissements conséquents qui peuvent effrayer les praticiens voulant se tourner vers le flux numérique.

Mais l'utilisation d'une caméra optique ne se résume pas qu'à la confection des plaques palatines et peut s'appliquer dans d'autres domaines notamment la prothèse fixée et amovible, l'achat peut donc être rentabilisé.

De plus, une fois les équipements et logiciels achetés, le coût de fabrication est minime. Avec une imprimante Formlabs et ses résines, on compte approximativement 7 euros pour l'impression d'un modèle maxillaire et 3 euros pour l'impression d'une plaque palatine.

Concernant la méthode conventionnelle, il faut compter autour de 92 euros pour l'achat d'un PVS Hydro Putty Henry Shein (*site : henryshein.fr*) ce qui revient à moins de 5 euros l'empreinte environ. Mais à cela s'ajoutent les frais de prothésistes qui peuvent atteindre les 60 euros pour la réalisation d'une plaque palatine. En France, la facturation d'une plaque palatine passive est plafonnée à 48 euros selon la classification commune des actes médicaux (CCAM), le praticien peut être donc contraint de travailler à perte.

On peut donc considérer que flux numérique permettrait à terme, de réaliser des économies.

3.5.2. Coût moindre dans la littérature

Les avancées concernant la confection des plaques à l'avance ont permis de réaliser des économies. L'étude de Bauer et al. rapporte qu'ils ont pu confectionner plusieurs plaques palatines passives à partir d'une seule empreinte et réaliser une économie de 30% par rapport à une méthode conventionnelle (60). Nous retrouvons la même conclusion dans l'étude Grill et al. où le coût de production d'une plaque NAM réalisée par CFAO était de 155 USD alors qu'il était de 223 USD pour une plaque réalisée par méthode conventionnelle (57).

4. Conclusions

Notre série de cas avait pour but d'intégrer un flux de travail numérique dans certaines étapes de la conception des plaques palatines passives pour 3 enfants présentant des fentes labio-palatines unilatérales complètes. Cela inclue l'empreinte numérique, les technologies de CAO et l'impression 3D.

Ce processus s'est révélé avantageux notamment grâce au scanner intra-oral rendant les empreintes plus confortables et moins traumatisantes. Malgré un scanner intra-oral parfois trop volumineux pour une petite cavité buccale, l'empreinte numériques reste une alternative sûre et moins invasive à l'empreinte physico-chimique. Ce gain en confort est aussi apprécié par les praticiens qui seront moins stressés de réaliser la procédure. De plus, la CFAO propose une approche efficace et pratique permettant de stocker les informations des patients et de constituer une base de données utile à la recherche. La conception des plaques sur un logiciel assisté par ordinateur offre la possibilité de modifier à tout moment le design de la plaque sans contrainte de temps, les échanges avec le laboratoire sont aussi plus rapides.

Cependant, l'empreinte optique et la CFAO demandent une certaine maîtrise, ces systèmes complexes nécessitent un apprentissage parfois long de la part du praticien. Le prix du tout numérique reste néanmoins élevé notamment si le praticien doit acheter l'ensemble du système CFAO incluant le scanner intra-oral. Cela peut un frein à son utilisation malgré des frais de laboratoires réduits.

Table des figures

Figure 1 : Les fentes du palais primaire d'après Kernahan et Stark. A : Fente labiale unilatérale ; B : fente labio-maxillaire unilatérale ; C : fente labio-maxillaire bilatérale (1).....	11
Figure 2 : Les fentes du palais secondaire d'après Kernahan et Stark. A : Fente vélaire ; B : Fente vélo palatine (1)	12
Figure 3 : Fente du palais primaire et secondaire d'après Kernahan et Stark. A : Fente labio-palatine unilatérale complète ; B : Fente labio-palatine bilatérale complète ; C : Fente unilatérale incomplète du palais primaire et secondaire (1)	12
Figure 4 : Le diagramme rayé selon Kernahan. R : right ; L : left ; 1 et 4 : Lèvres ; 2 et 5 : crête alvéolaire ; 3 et 6 : palais dur au-dessus du foramen incisif ; o : foramen incisif ; 7 et 8 : palais dur ; 9 : palais mou (1).....	13
Figure 5 : Empreinte au VPS d'une arcade maxillaire présentant une fente labio-palatine bilatérale complète (Courtoisie du Dr Naveau).....	26
Figure 6 (à gauche) : modèle en plâtre issu de l'empreinte (cf. fig5). (Courtoisie du Dr Naveau).....	27
Figure 7 (à droite) : Plaque palatine passive sur son modèle en plâtre (Courtoisie du Dr Naveau)....	27
Figure 8 : Plaque palatine en bouche (Courtoisie du Dr Naveau)	27
Figure 9 : Photographie intra-buccale du patient A (Courtoisie du Dr Naveau).....	29
Figure 10 : PEI avec ajout de manche modélisé sur le logiciel Meshmixer (v3.5, Autodesk) (Courtoisie du Dr Naveau).....	29
Figure 11 : PEI avec son échafaudage (tiges et plateau) avant impression sur logiciel PreForm (v3,5, Formlabs) (Courtoisie du Dr Naveau).	30
Figure 12 : Impression du PEI dans l'imprimante Form 2 de Formlabs (Courtoisie du Dr Naveau).	31
Figure 13 (à gauche) : Empreinte au VPS de l'arcade maxillaire réalisé avec le PEI conçu par CFAO (Courtoisie du Dr Naveau).	32
Figure 14 (à droite) : Modèle en plâtre de l'arcade maxillaire (Courtoisie du Dr Naveau).	32
Figure 15 : Plaque palatine passive en résine sur son modèle en plâtre (courtoisie du Dr Naveau). ...	32
Figure 16 : Photographie intra-buccale du patient B (Courtoisie du Dr Naveau).....	33
Figure 17 : Empreinte optique de l'arcade maxillaire : vue frontale (Courtoisie du Dr Naveau).	34
Figure 18 : Empreinte optique de l'arcade maxillaire : vue palatine (Courtoisie du Dr Naveau).....	34
Figure 19 : Arcade maxillaire au format STL (Courtoisie du Dr Naveau).....	35
Figure 20 : Modèle de l'arcade maxillaire prêt pour impression (format STL) (Courtoisie du Dr Naveau)	35
Figure 21 (à gauche) : Modèle de l'arcade maxillaire avec son échafaudage sur logiciel PreForm (Courtoisie du Dr Naveau).	36
Figure 22 (à droite) : Gouttière en résine thermoplastique sur modèle imprimé (Courtoisie du Dr Naveau).	36
Figure 23 : Plaque palatine passive en bouche (Courtoisie du Dr Naveau).	37
Figure 24 : Photographie intra-buccale du patient C (Courtoisie du Dr Naveau).....	38

Figure 25 (à gauche) : Arcade maxillaire générée par le logiciel Exocad à partir de l'empreinte numérique (Courtoisie du Dr Naveau).	39
Figure 26 : (à droite) : Modèle plein créé à partir d'un ancien PEI par le logiciel Meshmixer (Courtoisie du Dr Naveau).....	39
Figure 27 : Modèle unique créé à partir d'une combinaison des modèles des figures 25 et 26 (Courtoisie du Dr Naveau).	39
Figure 28 (à gauche) : Suppression des contre-dépouilles au niveau de la fente sur logiciel Exocad (Courtoisie du Dr Naveau).	40
Figure 29 (à droite) : Modélisation de la plaque palatine sur son modèle (Courtoisie du Dr Naveau)..	40

BIBLIOGRAPHIE

1. Noirrit-Esclassan E, Pomar P, Esclassan R, Terrie B, Galinier P, Woisard V. Plaques palatines chez le nourrisson porteur de fente labiomaxillaire. *EMC - Stomatol.* mars 2005;1(1):60-79.
2. Naveau A, Grémare A, Plaire V, Ducret M, Loot M, Noirrit-Esclassan E. Digital management of low cost presurgical plates for young patients with palatal cleft. :6.
3. Protocole National, de Diagnostic et de Soins, (PNDS). Fentes labiales et/ou palatines. [Internet]. 2021. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2021-11/pnds_fentes_labiales_etou_palatines-texte-novembre_2021.pdf
4. Dixon MJ, Marazita ML, Beaty TH, Murray JC. Cleft lip and palate: understanding genetic and environmental influences. *Nat Rev Genet.* mars 2011;12(3):167-78.
5. Nasreddine G, El Hajj J, Ghassibe-Sabbagh M. Orofacial clefts embryology, classification, epidemiology, and genetics. *Mutat Res Mutat Res.* janv 2021;787:108373.
6. Gritli-Linde A. Chapter 2 The Etiopathogenesis of Cleft Lip and Cleft Palate. In: *Current Topics in Developmental Biology.* Elsevier; 2008. p. 37-138.
7. Setó-Salvia N, Stanier P. Genetics of cleft lip and/or cleft palate: Association with other common anomalies. *Eur J Med Genet.* août 2014;57(8):381-93.
8. Bacon W, Tschill P, Grollemund B, Matern O, Rinkenbach R, Sauvage P, et al. L'origine génétique des fentes labio-palatines non syndromiques. *TWIST*, gène candidat ? Protocole de recherche. *Orthod Fr.* déc 2007;78(4):249-55.
9. Singh D, Bastian T, Kudva S, Singh M, Sharma P. Classification Systems for Orofacial Clefts. *Oral Maxillofac Pathol J.* 2015;6(1):556-560.
10. Allori AC, Mulliken JB, Meara JG, Shusterman S, Marcus JR. Classification of Cleft Lip/Palate: Then and Now. *Cleft Palate Craniofac J.* mars 2017;54(2):175-88.
11. Kernahan DA. The striped Y--a symbolic classification for cleft lip and palate. *Plast Reconstr Surg.* 1971;47(5):469-70.
12. Destruhaut F, Esclassan R, Pomar P, Hennequin A, Vigarios-Viste E, Dichamp J, et al. Approche prothétique des divisions vélo-palatines séquellaires : classification actualisée à visée thérapeutique. 2014;(165).
13. Chancholle AR, Saboye J, Tournier JJ. Prise en charge des fentes labio-palatines par l'équipe du docteur Chancholle à Toulouse.
14. Shaw WC, Semb G, Nelson P, Brattström V, Mølsted K, Prah Andersen B, et al. The Eurocleft Project 1996–2000: overview. *J Cranio-Maxillofac Surg.* juin 2001;29(3):131-40.
15. Guyot A, Soupre V, Vazquez MP, Picard A, Rosenblatt J, Garel C, et al. Diagnostic anténatal des fentes labiales avec ou sans fente palatine : étude rétrospective et revue de la littérature. *J Gynécologie Obstétrique Biol Reprod.* avr 2013;42(2):151-8.

17. Hohlfeld J, Roessingh ADB, Zbinden-Trichet C, Bourgey MJ, Fleury L, Waridel F, et al. Prise en charge des fentes labio-maxillo-palatines au CHUV.
18. Bouallegue I, Demeer B, Destrez A, Devauchelle B, Gbaguidi C, Hecquet M, et al. Prise en charge des fentes labiales et palatines chez l'enfant. *Perfect En Pédiatrie*. déc 2021;4(4):304-15.
19. Talmant JC, Talmant JCh, Lumineau JP. Traitement primaire des fentes labio-palatines. Ses grands principes. *Ann Chir Plast Esthét*. oct 2016;61(5):348-59.
20. Azhari M, Rokhssi H, Benfdil F, Merzouk N, Bentahar O. Prise en charge prothétique des fentes orofaciales à la phase néonatale. *Actual Odonto-Stomatol*. juill 2017;(284):3.
21. Grollemund B, Galliani E, Soupre V, Vazquez MP, Guedeney A, Danion A. L'impact des fentes labio-palatines sur les relations parents-enfant. *Arch Pédiatrie*. sept 2010;17(9):1380-5.
22. El Ezzi O, Jung C, Herzog G, Medinger L, Despars J, Lauffs C, et al. Nouveautés dans la prise en charge des fentes labio-maxillo-palatines au CHUV. *Rev Médicale Suisse*. 2020;16(679):237-40.
23. Duret A, Delcampe P, Peron JM. Les séquelles maxillaires dans les fentes labioalvéolopalatovélaires. Prise en charge orthodontique. *Rev Stomatol Chir Maxillofac*. sept 2007;108(4):301-5.
24. Hotz M, Gnoinski W. Comprehensive care of cleft lip and palate children at Ziirich University: A preliminary report. *Am J Orthod*. 1976;70(5):481-504.
25. Matern O, Sauleau EA, Tschill P, Perrin-Schmitt F, Grollemund B. Left-Sided Predominance of Hypodontia Irrespective of Cleft Sidedness in a French Population. *Cleft Palate Craniofac J*. mai 2012;49(3):1-5.
26. Aknin JJ. Le point sur les fentes labio-alvéolo-palatines. *Rev Orthopédie Dento-Faciale*. déc 2008;42(4):391-402.
27. Tortora C, Meazzini MC, Garattini G, Brusati R. Prevalence of Abnormalities in Dental Structure, Position, and Eruption Pattern in a Population of Unilateral and Bilateral Cleft Lip and Palate Patients. *Cleft Palate Craniofac J*. mars 2008;45(2):154-62.
28. Talmant JC, Talmant JC. Rhinoplastie de fente primaire et secondaire. *Ann Chir Plast Esthét*. déc 2014;59(6):555-84.
29. Bénateau H, Diner PA, Soubeyrand E, Vazquez MP, Picard A. Les séquelles maxillaires dans les fentes labioalvéolopalatovélaires. Analyse des causes de la rétromaxillie et réflexions sur sa prévention. *Rev Stomatol Chir Maxillofac*. sept 2007;108(4):297-300.
30. Macías Escalada E, de Carlos Villafranca F, Cobo Plana J, González García M. Intérêt des tractions postéro-antérieures sur masque facial orthopédique dans le traitement des séquelles des fentes labio-maxillo-palatines. À propos de quatre cas. *Rev Orthopédie Dento-Faciale*. déc 2003;37(4):361-76.
31. Jamal GAA, Hazza'a AM, Rawashdeh MA. Prevalence of Dental Anomalies in a Population of Cleft Lip and Palate Patients. *Cleft Palate Craniofac J*. juill 2010;47(4):413-20.

32. Paulus C. Chirurgie orthognathique dans le cadre des fentes. *Rev Stomatol Chir Maxillo-Faciale Chir Orale*. sept 2014;115(4):239-44.
33. Roy AA, Rtshiladze MA, Stevens K, Phillips J. Orthognathic Surgery for Patients with Cleft Lip and Palate. *Clin Plast Surg*. avr 2019;46(2):157-71.
34. Saltaji H, Major MP, Alfakir H, Al-Saleh MAQ, Flores-Mir C. Maxillary Advancement With Conventional Orthognathic Surgery in Patients With Cleft Lip and Palate: Is It a Stable Technique? *J Oral Maxillofac Surg*. déc 2012;70(12):2859-66.
35. De Buys Roessingh A. Revue Médicale Suisse : Insuffisance vélo-pharyngée chez l'enfant. El Ezzi O, éditeur. *Rev Médicale Suisse*. 2017;13(550):400-5.
36. Talmant JC, Talmant JC, Lumineau JP. Traitement secondaire des fentes labio-palatines. *Ann Chir Plast Esthét*. oct 2016;61(5):360-70.
37. Vanwijck R, Bayet B, Roffé JL, Compère JF, Benateau H. Les séquelles labiales dans les fentes uni- et bilatérales. *Rev Stomatol Chir Maxillofac*. sept 2007;108(4):265-74.
38. Hotz M, Gnoinski W, Nussbaumer H, Kistler E. Early maxillary orthopedics in CLP cases: guidelines for surgery. *Cleft Palate J*. 1978;15:405-11.
39. Goyal M, Chopra R, Bansal K, Marwaha M. Role of obturators and other feeding interventions in patients with cleft lip and palate: a review. *Eur Arch Paediatr Dent*. févr 2014;15(1):1-9.
40. Beljour E, Domínguez M, Rosas Ramírez M del C, Burak MY. Traitement orthodontique dans les fentes labio-palatines au Mexique. *Médecine Buccale Chir Buccale*. janv 2013;19(1):33-8.
41. Mishima K, Sugahara T, Mori Y, Sakuda M. Three-dimensional comparison between the palatal forms in infants with complete unilateral cleft lip, alveolous and palate (UCLP) with and without Hotz's plate. *Cleft Palate Craniofac J*. 1996;33:245-51.
42. Mishima K, Mori Y, Sugahara T, Minami K, Sakuda M. Comparison between Palatal Configurations in UCLP Infants with and without a Hotz Plate until Four Years of Age. *Cleft Palate Craniofac J*. 2000;37(2):185-90.
43. Karube R, Sasaki H, Togashi S, Yanagawa T, Nakane S, Ishibashi N, et al. A novel method for evaluating postsurgical results of unilateral cleft lip and palate with the use of Hausdorff distance: presurgical orthopedic treatment improves nasal symmetry after primary cheiloplasty. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. déc 2012;114(6):704-11.
44. Simon E, Duroure F, Coing C, Sellal S, Chassagne JF, Stricker M. Principes de prise en charge des fentes labio-maxillo-palatines unilatérales totales Propositions de protocole. *Orthod Fr*. sept 2004;75(3):229-41.
45. Kornbluth M, Campbell RE, Daskalogiannakis J, Ross EJ, Glick PH, Russell KA, et al. Active Presurgical Infant Orthopedics for Unilateral Cleft Lip and Palate: Intercenter Outcome Comparison of Latham, Modified McNeil, and Nasoalveolar Molding. *Cleft Palate Craniofac J*. mai 2018;55(5):639-48.
46. Cerón-Zapata AM, López-Palacio AM, Rodríguez-Ardila MJ, Berrio-Gutiérrez LM, De Menezes M, Sforza C. 3D evaluation of maxillary arches in unilateral cleft lip and palate patients treated with nasoalveolar moulding vs. Hotz's plate. *J Oral Rehabil*. févr

2016;43(2):111-8.

47. Berkowitz S, Mejia M, Bystrik A. A Comparison of the Effects of the Latham-Millard Procedure with Those of a Conservative Treatment Approach for Dental Occlusion and Facial Aesthetics in Unilateral and Bilateral Complete Cleft Lip and Palate: Part I. Dental Occlusion: *Plast Reconstr Surg.* janv 2004;113(1):1-18.
48. 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.* déc 2020;20(1):20.
49. Shanbhag G, Pandey S, Mehta N, Kini Y, Kini A. A Virtual Noninvasive Way of Constructing a Nasoalveolar Molding Plate for Cleft Babies, Using Intraoral Scanners, CAD, and Prosthetic Milling. *Cleft Palate Craniofac J.* févr 2020;57(2):263-6.
50. Krey KF, Ratzmann A, Metelmann PH, Hartmann M, Ruge S, Kordaß B. Fully digital workflow for presurgical orthodontic plate in cleft lip and palate patients Vollständiger digitaler Workflow für die Herstellung von prächirurgischen kieferorthopädischen Platten bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten. *Int J Comput Dent.*
51. 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.* déc 2020;20(1):171.
52. Gong X, Dang R, Xu T, Yu Q, Zheng J. Full Digital Workflow of Nasoalveolar Molding Treatment in Infants With Cleft Lip and Palate: *J Craniofac Surg.* 2020;31(2):367-71.
53. Chalmers EV, McIntyre GT, Wang W, Gillgrass T, Martin CB, Mossey PA. Intraoral 3D Scanning or Dental Impressions for the Assessment of Dental Arch Relationships in Cleft Care: Which is Superior? *Cleft Palate Craniofac J.* sept 2016;53(5):568-77.
54. Dalessandri D, Tonni I, Laffranchi L, Migliorati M, Isola G, Bonetti S, et al. Evaluation of a Digital Protocol for Pre-Surgical Orthopedic Treatment of Cleft Lip and Palate in Newborn Patients: A Pilot Study. *Dent J.* 9 déc 2019;7(4):111.
55. Gong X, Yu Q. Correction of maxillary deformity in infants with bilateral cleft lip and palate using computer-assisted design. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* nov 2012;114(5):S74-8.
56. Yu Q, Gong X, Wang GM, Yu ZY, Qian YF, Shen G. A Novel Technique for Presurgical Nasoalveolar Molding Using Computer-Aided Reverse Engineering and Rapid Prototyping. *J Craniofac Surg.* janv 2011;22(1):142-6.
57. Grill FD, Ritschl LM, Bauer FX, Rau A, Gau D, Roth M, et al. A semi-automated virtual workflow solution for the design and production of intraoral molding plates using additive manufacturing: the first clinical results of a pilot-study. *Sci Rep.* 7 août 2018;8(1):11845.
58. Shen C, Yao CA, Magee W, Chai G, Zhang Y. Presurgical Nasoalveolar Molding for Cleft Lip and Palate: The Application of Digitally Designed Molds. *Plast Reconstr Surg.* juin 2015;135(6):1007e-15e.
59. Renne W, Ludlow M, Fryml J, Schurch Z, Mennito A, Kessler R, et al. Evaluation of the accuracy of 7 digital scanners: An in vitro analysis based on 3-dimensional comparisons. *J*

Prosthet Dent. juill 2017;118(1):36-42.

60. Bauer FX, Güll FD, Roth M, Ritschl LM, Rau A, Gau D, et al. A prospective longitudinal study of postnatal dentoalveolar and palatal growth: The anatomical basis for CAD/CAM-assisted production of cleft-lip-palate feeding plates: Postnatal Dentoalveolar and Palatal Development. Clin Anat. oct 2017;30(7):846-54.

Collège des Sciences de la Santé

UFR des Sciences Odontologiques

Serment

En présence de mes Maîtres et de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de l'art dentaire.

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un honoraire au-dessus de mon travail. Ma langue taira les secrets qui me seront confiés. Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe.

Mes connaissances et mon état ne serviront ni à diffuser des propos non avérés, ni à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des conditions de croyance, de nation et de race viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Je promets et je jure de conformer strictement ma conduite professionnelle aux principes et aux règles prescrites par le code de déontologie.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir heureusement de la vie et de ma profession, honoré à jamais parmi les hommes. Si je le viole et que je me parjure, puissé-je avoir un sort contraire.



Vu, Le Président du Jury,

Date, Signature :

Vu, la Directrice de l'UFR des Sciences Odontologiques,

Date, Signature :

Vu, le Président de l'Université de Bordeaux,

Date, Signature :

Titre : APPORT DU FLUX NUMÉRIQUE À LA CONFECTION DES PLAQUES PALATINES PASSIVES POUR LES ENFANTS ATTEINTS DE FENTE LABIO-PALATINE À L'HÔPITAL SAINT-ANDRÉ : UNE SERIE DE CAS

Résumé : Les plaques palatines passives sont utilisées chez les patients atteints de fente palatine afin de créer une séparation entre les cavités buccale et nasale jusqu'à la chirurgie réparatrice. La technique conventionnelle de réalisation de plaques palatines passives repose sur une empreinte en polyvinylsiloxane (PVS) et la réalisation d'un modèle en plâtre pour la fabrication d'un appareil en résine acrylique. L'empreinte présente des inconvénients comme le risque d'obstruction des voies respiratoires lors de l'empreinte et des coûts de laboratoires répétés. Ces plaques doivent être renouvelées tous les 2,5 mois ce qui nous pousse à nous tourner vers des méthodes plus simples et moins invasives. L'objectif de cette étude a été de décrire un flux de travail numérique pour différentes étapes de la réalisation d'une plaque palatine passive sur 3 cas à l'hôpital Saint-André. Plusieurs aspects ont été abordés comme l'empreinte numérique, le logiciel de conception assisté par ordinateur ainsi que l'impression 3D. Plusieurs avantages en sont sortis comme un gain en confort pour le patient comme pour le praticien notamment dans la prise d'empreinte. Il y a notamment la possibilité de stocker les données des patients, de faire des retouches lors de la conception et d'échanger avec le laboratoire rapidement ce qui rend le protocole facile d'utilisation. Le coût de conception par CFAO fait encore débat, les systèmes sont chers et peuvent constituer un frein à leur utilisation.

Mots clés : CFAO, Fente labio-palatine, Plaque palatine, Enfant

Title : CONTRIBUTION OF DIGITAL FLOW TO THE MANUFACTURE OF PASSIVE PALATAL PLATES FOR CHILDREN WITH CLEFT LIP AND PALATE AT SAINT-ANDRÉ HOSPITAL : A CASE SERIES

Abstract : Passive palatal plates are used in patients with cleft palate to create a separation between the oral and nasal cavities until reconstructive surgery. The traditional technique for manufacturing passive palatal plates relies on a polyvinylsiloxane (PVS) impression and the creation of a plaster model for the fabrication of an acrylic resin appliance. Disadvantages include the risk of airway obstruction during the impression, and repeated laboratory costs. These plates have to be renewed every 2.5 months, which leads us to turn to simpler, less invasive methods. The aim of this study was to describe a digital workflow for different stages in the production of a passive palatal plate on 3 cases at Saint-André Hospital. Several aspects were covered, including digital impression, computer-aided design software and 3D printing. A number of advantages emerged, such as greater comfort for both patient and practitioner, particularly during 3D impression taking. These include the ability to store patient data, make adjustments during design and exchange information with the laboratory rapidly, making the protocol easy to use. The cost of CAD/CAM design is still a matter of debate, as the systems are expensive and may act as a brake on their use.

Keywords : CAD/CAM, Cleft lip and palate, palatal plate, infant