

UNIVERSITE TOULOUSE III – PAUL SABATIER
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

ANNEE 2019

Thèse n°2019-TOU3-3049

THESE

POUR LE DIPLOME D'ETAT EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement

Par

Audrey BOUSSAC

Le 21 novembre 2019

**FABRICATION DES PLAQUES PALATINES PAR CFAO
VERSUS CONVENTIONNELLEMENT**

Directrice de thèse : Dr Emmanuelle NOIRRIT-ESCLASSAN

JURY :

Président	Pr Frédéric VAYSSE
1 ^{er} assesseur	Dr Emmanuelle NOIRRIT-ESCLASSAN
2 ^{ème} assesseur	Dr Mathieu MARTY
3 ^{ème} assesseur	Dr Marie-Cécile VALERA



Faculté de Chirurgie Dentaire

→ DIRECTION

DOYEN

Mr Philippe POMAR

ASSESEUR DU DOYEN

Mme Sabine JONIOT

CHARGÉS DE MISSION

Mr Karim NASR (*Innovation Pédagogique*)

Mr Olivier HAMEL (*Maillage Territorial*)

Mr Franck DIEMER (*Formation Continue*)

Mr Philippe KEMOUN (*Stratégie Immobilière*)

Mr Paul MONSARRAT (*Intelligence Artificielle*)

PRÉSIDENTE DU COMITÉ SCIENTIFIQUE

Mme Cathy NABET

RESPONSABLE ADMINISTRATIF

Mme Muriel VERDAGUER

→ PERSONNEL ENSEIGNANT

→ HONORARIAT

DOYENS HONORAIRES

Mr Jean LAGARRIGUE +

Mr Jean-Philippe LODTER +

Mr Gérard PALOUDIER

Mr Michel SIXOU

Mr Henri SOULET

→ ÉMÉRITAT

Mr Damien DURAN

Mme Geneviève GRÉGOIRE

Mr Gérard PALOUDIER

Section CNU 56 : Développement, Croissance et Prévention

56.01 ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE et ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE (Mme BAILLEUL- FORESTIER)

ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE

Professeurs d'Université : Mme BAILLEUL-FORESTIER, Mr. VAYSSE

Maîtres de Conférences : Mme NOIRRIT-ESCLASSAN, Mme VALERA, Mr. MARTY

Assistants : Mme BROUTIN, Mme GUY-VERGER

Adjoint d'Enseignement : Mr. DOMINE, Mme BROUTIN, Mr. BENETAH

ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE

Maîtres de Conférences : Mr BARON, Mme LODTER, Mme MARCHAL, Mr. ROTENBERG,

Assistants : Mme ARAGON, Mme DIVOL,

56.02 PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ, ODONTOLOGIE LÉGALE (Mr. HAMEL)

Professeurs d'Université : Mr. SIXOU, Mme NABET, Mr. HAMEL

Maître de Conférences : Mr. VERGNES,

Assistant : Mr. ROSENZWEIG,

Adjoints d'Enseignement : Mr. DURAND, Mlle. BARON, Mr LAGARD, Mme FOURNIER

Section CNU 57 : Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale

57.01 CHIRURGIE ORALE, PARODONTOLOGIE, BIOLOGIE ORALE (Mr. COURTOIS)

PARODONTOLOGIE

Maîtres de Conférences : Mr. BARTHET, Mme DALICIEUX-LAURENCIN, Mme VINEL

Assistants : Mr. RIMBERT, Mme. THOMAS

Adjoints d'Enseignement : Mr. CALVO, Mr. LAFFORGUE, Mr. SANCIER, Mr. BARRE, Mme KADDECH

CHIRURGIE ORALE

Professeurs d'Université : Mme COUSTY,
Maîtres de Conférences : Mr. CAMPAN, Mr. COURTOIS,
Assistants : Mme COSTA-MENDES, Mr. BENAT,
Adjoints d'Enseignement : Mr. FAUXPOINT, Mr. L'HOMME, Mme LABADIE, Mr. RAYNALDI, Mr. SALEFRANQUE

BIOLOGIE ORALE

Professeur d'Université : Mr. KEMOUN
Maîtres de Conférences : Mr. POULET, Mr. BLASCO-BAQUE
Assistants : Mr. LEMAITRE, Mr. TRIGALOU, Mme. TIMOFEEVA, Mr. MINTY
Adjoints d'Enseignement : Mr. PUISSOCHET, Mr. FRANC, Mr. BARRAGUE

Section CNU 58 : Réhabilitation Orale

58.01 DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE, PROTHESES, FONCTIONS-DYSFONCTIONS, IMAGERIE, BIOMATERIAUX (Mr ARMAND)

DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE

Professeur d'Université : Mr. DIEMER
Maîtres de Conférences : Mr. GUIGNES, Mme GURGEL-GEORGELIN, Mme MARET-COMTESSE
Assistants : Mme. RAPP, Mme PECQUEUR, Mr. DUCASSE, Mr FISSE Mr. GAILLAC,
Assistant Associé : Mme BEN REJEB,
Adjoints d'Enseignement : Mr. BALGUERIE, Mr. MALLET, Mr. HAMDAN

PROTHÈSES

Professeurs d'Université : Mr. ARMAND, Mr. POMAR
Maîtres de Conférences : Mr. CHAMPION, Mr. ESCLASSAN, Mme VIGARIOS, Mr. DESTRUHAUT
Assistants : Mr. EMONET-DENAND, Mr. LEMAGNER, Mr. HENNEQUIN, Mr. CHAMPION, Mme. DE BATAILLE
Adjoints d'Enseignement : Mr. FLORENTIN, Mr. GALIBOURG, Mr. GHRENASSIA, Mme. LACOSTE-FERRE,
Mr. GINESTE, Mr. LE GAC, Mr. GAYRARD, Mr. COMBADAZOU, Mr. ARCAUTE, Mr. SOLYOM,
Mr. KNAFO, Mr. HEGO DEVEZA

FONCTIONS-DYSFONCTIONS, IMAGERIE, BIOMATERIAUX

Maîtres de Conférences : Mme JONJOT, Mr. NASR, Mr. MONSARRAT
Assistants : Mr. CANCEILL, Mr. OSTROWSKI, Mr. DELRIEU,
Adjoints d'Enseignement : Mr. AHMED, Mme MAGNE, Mr. VERGÉ, Mme BOUSQUET

Mise à jour pour le 05 septembre 2019

Remerciements :

A **Papa et Maman**, je suis consciente de la chance que j'ai d'avoir des parents aussi investis. Vous m'avez toujours soutenu dans tout ce que j'entreprenais en me donnant tous les moyens pour réussir, et surtout vous avez su me motiver dans les moments difficiles du concours et même après quand le destin a décidé que je deviendrai dentiste. J'espère vous rendre fière aujourd'hui, moi je suis fière de vous avoir à mes côtés pour ce jour très important.

A ma sœur, **Caroline**, toujours présente, tu as su donner l'exemple grâce à ta force de caractère qui t'a permis une belle réussite et j'espère que tu es consciente de la fierté que tu nous apporte.

A mon frère, **Olivier**, je suis fière de ton parcours et de ta persévérance. J'espère avoir su te montrer qu'une grande motivation pourra te permettre de réaliser tous tes projets. Ne doute jamais de tes capacités, ta présence aujourd'hui en prépa confirme que la difficulté ne t'empêchera pas de réussir.

On ne se le dit pas souvent mais je vous aime.

A **Marie**, ma meilleure amie qui me suit depuis le lycée, j'ai toujours pu compter sur toi et tu m'as permis de tenir le coup durant le concours (ciné et macdo forever). Malgré la distance, et notre différence de parcours, rien n'a changé. J'espère que tu es consciente de ta réussite et je suis très fière de te compter parmi mes amies les plus proches.

A **Merwan et Tonio** ; mon crew (avec Marie). A nos soirées inoubliables, nos blagues, notre complicité et nos bons moments passés ensemble depuis le lycée. Je vous compte parmi mes amis les plus proches.

A **Zinab**, ma binôme depuis le première jour. Avec ton franc parlé et ta présence à mes côtés, tu fais partie de ma réussite. Toujours là pour m'aider et me rassurer quand j'en ai eu besoin. Tu pourras toujours compter sur moi.

A **Pauline, Margaux et Marion** ; les triplettes de Monaco devenu le quatuor infernal, pour tous les verres en terrasses, les sorties avec nos danses endiablées et nos petites escapades. Je suis vraiment heureuse de vous avoir eu à mes côtés durant tout ce temps. J'espère vous avoir près de moi encore longtemps !

A **Aurélie, Charline, Marie K., et Anne-laure**, même si on ne se voit pas souvent, vous restez présentes pour moi. Je sais que je peux compter sur vous.

A **Pierre-Axel, Tristan, Sophie C, Laura D, Audrina, Fanny, Marine, Chloé, Adeline P**, et j'en oublie sûrement ; pour avoir contribué à ma réussite mais aussi à mon bonheur durant ces 5 années d'études.

A **Tom**, une rencontre inattendue, lors d'une simple soirée d'intégration, qui a bouleversé ma vie en la rendant plus belle chaque jour. Je t'aime.

A notre président du jury,

VAYSSE Frédéric

- Professeur des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Chef adjoint du pôle CVR
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier,

*Nous sommes très honorés que vous ayez accepté de
présider notre jury de thèse.*

*Nous vous remercions pour la qualité et l'implication,
que ce soit dans l'enseignement ou dans la pratique
clinique, tout au long de nos études.*

*Nous sommes très reconnaissants de l'intérêt et de la
grande aide que vous avez apporté à ce travail.*

*Veillez trouver ici le témoignage de notre gratitude et
de notre reconnaissance la plus sincère.*

A notre directrice de thèse,

ESCLASSAN-NOIRRIT Emmanuelle

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Ancienne Interne des Hôpitaux,
- Docteur de l'Université Paul Sabatier,
- Lauréate de l'Université Paul Sabatier.

*Nous vous remercions de la confiance que vous nous
avez accordée en acceptant de diriger cette thèse.*

*Merci pour votre encadrement et votre disponibilité
durant toute la réalisation de ce travail. Mais également
pour le temps et l'énergie que vous y avez consacré.*

*J'ai beaucoup appris à vos côtés, vous avez su me
transmettre de nombreux conseils en odontologie
pédiatrique, et c'est ainsi que j'ai su trouver ma voie.*

*Veillez trouver dans cette thèse, le témoignage de
notre sympathie et de notre reconnaissance la plus
sincère.*

A notre jury de thèse,

MARTY Mathieu

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- CES de Chirurgie Dentaire Odontologie Pédiatrique et Prévention,
- CES de Physiopathologie et diagnostic des dysmorphies cranio-faciale,
- Master 2 "Sciences de l'éducation Université" Paul VALERY Montpellier 3

*Nous sommes très honorés de vous compter parmi
notre jury de thèse.*

*Merci de votre implication et de votre aide durant nos
études.*

*Veillez trouver ici l'expression de notre gratitude et de
nos sentiments les plus sincères.*

Marie-Cécile VALERA

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Docteur de l'université Paul Sabatier – Spécialité : Physiopathologie cellulaire, moléculaire et intégrée,
- Master 2 recherche, mention Physiologie cellulaire intégrée
- Lauréate de l'Université Paul Sabatier

*Nous sommes très honorés de vous compter parmi
notre jury de thèse.*

*Merci pour votre implication, vos conseils mais aussi
pour votre aide lors des vacances cliniques
pédiatriques.*

*Veillez trouver ici l'expression de notre gratitude et de
nos sentiments les plus sincères.*

SOMMAIRE

Introduction	11
1. Les plaques palatines obturatrices :	12
1.1. Indications et contre-indications :.....	12
1.2. Intérêts :	12
2. Fabrication des plaques palatines traditionnellement en laboratoire : 14	14
2.1. Empreinte au silicone.....	14
2.2. Etapes de fabrication :	14
2.3. Matériaux utilisés :	15
2.4. Temps et coûts de fabrication :	15
3. Fabrication des plaques palatines par impression 3D :.....	16
3.1. Empreinte optique :	16
3.2. Etapes de fabrication :	17
3.2.1. Modélisation Meshmixer :	17
3.2.2. Raccourcis clavier :	17
3.2.3. Fiche technique :	17
3.2.4. Modélisation sur Netfabb :	25
3.3. Matériaux utilisés :	30
3.4. Temps et coûts de fabrication :	30
4. Cas clinique :	31
4.1. Réalisation de l'empreinte :	31
4.2. Réalisation de la plaque palatine :	31
5. Discussion :	34
5.1. Comparaison fabrication traditionnelle VS CFAO :	34
5.2. Avantages et inconvénients pour le chirurgien-dentiste et le patient :... 34	34
5.3. Limites de la CFAO dans la réalisation des plaques palatines :	36
Conclusion :	37
Annexes :	38
Bibliographie	49

Introduction

A l'heure actuelle, les nouveau-nés atteints de fente labio-palatines représentent 1 naissance sur 700 en France, avec des variations ethniques et géographiques. Ce sont les malformations congénitales orofaciales les plus fréquentes au monde. [15]

Leur étiologie est mal connue, vraisemblablement plurifactorielle par l'interaction de facteurs génétiques et environnementaux. Il en résulte un défaut de fusion entre les bourgeons faciaux formant la lèvre supérieure et le palais ou entre les lames palatines lors du développement du palais secondaire. [1,15]

La prise en charge primaire comprend une chirurgie de fermeture de la lèvre et une autre du palais selon deux calendriers thérapeutiques principaux, en fonction des équipes. [1]

Avant la chirurgie vélo-palatine, certaines équipes ont recours à l'utilisation de plaques palatines obturatrices pour améliorer les troubles alimentaires, la fonction linguale et la succion. En effet, ces orthèses éviteraient l'interposition linguale dans la fente palatine, améliorant le confort alimentaire et limitant la déformation palatine. [16]

Habituellement, les plaques d'obturation sont réalisées par plaques thermoformables (ethylvinylacétate, polyester) ou en résine PMMA (PolyMéthylMéthAcrylate).

L'essor de la Conception-Fabrication Assistée par Ordinateur (CFAO) a permis de développer de nouvelles chaînes de travail prothétiques, basées sur l'usinage de blocs de céramique ou de résine pour les prothèses fixées de type couronnes et inlay-onlays. Les bases des prothèses amovibles complètes peuvent désormais être conçues par impression de résine PMMA. Cette technique peut être appliquée à la réalisation d'orthèses palatines pour les nouveaux nés porteurs de division palatine.

Après avoir décrit les deux protocoles de réalisation, traditionnellement versus par CFAO, nous discuterons des avantages et inconvénients des deux techniques.

1. Les plaques palatines obturatrices :

1.1. Indications et contre-indications :

La plaque palatine obturatrice est indiquée dès la naissance jusqu'à l'intervention chirurgicale (véloplastie et/ou palatoplastie) lorsque le nourrisson présente une division palatine ou vélo-palatine. [3,16]

En cas de fistule séquellaire, il peut également être nécessaire d'utiliser une plaque palatine obturatrice si des troubles phonatoires et/ou alimentaires apparaissent.

Pour les divisions labio-alvéolaires ou purement vélares, la plaque palatine n'est pas nécessaire. [3]

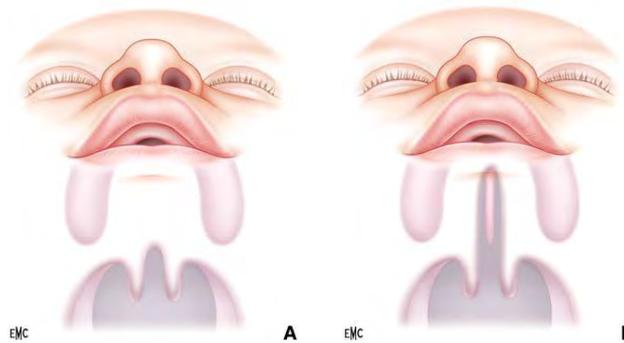


Figure 1 Fente du palais secondaire : A. Incomplète, B. Complète

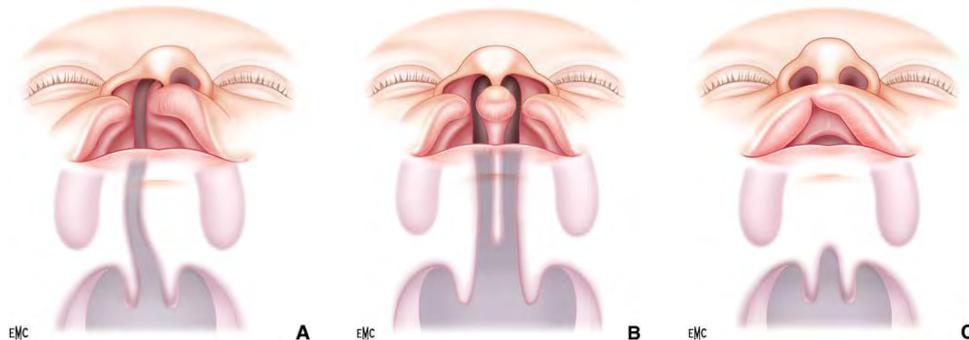


Figure 2 Fentes du palais primaire associé au palais secondaire : A. Unilatérale complète, B. Bilatérale complète, C. Unilatérale incomplète

1.2. Intérêts :

La plaque palatine obturatrice cloisonne les fosses nasales et la cavité buccale, ce qui permet de diminuer les **reflux nasaux** qui provoquent une irritation de la muqueuse nasale. La succion est aussi améliorée en permettant la création de pressions négatives intra-orales pour une meilleure **alimentation**. [3,12,15,16,21]

De plus, la plaque évite l'interposition linguale dans la fente palatine en apportant un point d'appui. Ceci présente l'intérêt de faciliter la future intervention chirurgicale en évitant le phénomène de **verticalisation des lames palatines**. [13,15,16]

Enfin, tout en créant des conditions optimales pour l'intervention chirurgicale, la plaque palatine obturatrice **guide la croissance du maxillaire** et réduit la déformation de la cloison nasale. [3,13,15,16]

Outre les bénéfices fonctionnels de la plaque palatine, celle-ci va également avoir un impact **psycho-social**. En effet, durant les premiers mois de vie, en attendant la phase chirurgicale du calendrier thérapeutique, la mise en place de la plaque palatine permet aux parents de s'impliquer dans le traitement et de mieux appréhender la malformation de leur enfant. Les rendez-vous réguliers instaurent une relation de confiance avec l'équipe soignante qui peut répondre aux interrogations des parents. [16]

La plaque palatine obturatrice permet donc de normaliser les praxies linguales, diminuer le jetage nasal, guider la croissance maxillaire ; elle facilite ainsi le quotidien du nourrisson et de ses parents mais aussi l'intervention chirurgicale. Néanmoins, il est nécessaire de la renouveler régulièrement (tous les trois mois environ) en fonction de la croissance du maxillaire. [13]

2. Fabrication des plaques palatines traditionnellement en laboratoire :

2.1. Empreinte au silicone

- Elle est réalisée à l'état vigile, sans anesthésie locale, grâce à un porte-empainte individuel en résine (Ivolen®, Ivoclar Vivadent) et avec du silicone de type Xantopren® (Heraeus Kulzer).

Le nourrisson est positionné en décubitus dorsal lors de l'insertion du porte-empainte puis est relevé en position semi-assise pour plus de confort respiratoire. Un corps gras tel que la vaseline est déposé sur les lèvres du nouveau-né afin de permettre une meilleure insertion du porte-empainte. Le réflexe de succion du nourrisson permet de modeler l'empreinte. [3,15,16]



Figure 4 Empreinte d'une fente unilatérale totale



Figure 3 Prise d'empreinte à l'état vigile avec un porte-empainte garni de polyvinylsiloxane

2.2. Etapas de fabrication :

- Réalisation de la **plaque palatine obturatrice** : après la coulée du modèle en plâtre, le prothésiste comble la fente palatine grâce à un punch de cire et trace les limites de la plaque sur le plâtre.

Un séparateur est déposé sur le plâtre avant de réaliser la plaque en résine par additions successives de poudre de polyméthacrylate de méthyl et de monomère. Celle-ci est cuite pendant 10 minutes, immergée dans de l'eau chaude et sous pression (2 Bar) afin de limiter les porosités. [3,15,16]



Figure 5 Plaque passive sur le modèle d'une fente unilatérale totale

- **Polissage** et finitions : la plaque est polie, toutes les aspérités sont supprimées et les bords sont arrondis.

2.3. Matériaux utilisés :

Les matériaux utilisés sont :

- L'élastomère de silicone de moyenne viscosité (**polyvinylsiloxane**) de type Xantopren® (Heraeus Kulzer). : pour l'empreinte. Ses propriétés élastiques permettent d'éviter les déchirures et sa viscosité autorise une empreinte peu compressive des surfaces ostéo-muqueuses. [16]
- La résine autopolymérisable **orthoressin** (Dentsply Detrey) de type poly(ethyl méthacrylate) de méthyl : pour la plaque palatine obturatrice. Le temps de manipulation est de 3min à 23°C et le temps de polymérisation est de 10min à 40°C. [9,16]

2.4. Temps et coûts de fabrication :¹

Temps coulé du plâtre	30 minutes
Temps de réalisation de la plaque	20 minutes (punch cire + réalisation plaque)
Temps de cuisson	10 minutes
Temps de polissage	20 minutes
Total temps	1 heure 15 minutes
Coût de la résine	120€ les 500g soit 1,5€ la plaque (6g)
Coût matériel utilisé	Cocotte : 400€
Total coûts	4€ par plaque² + investissement 400€

¹ Chiffres recueillis avec l'expérience des prothésistes de la faculté de chirurgie dentaire de Toulouse.

² Prix déterminé en intégrant la résine, le plâtre et l'amortissement du matériel type pièce à main, fraise résine, etc.

3. Fabrication des plaques palatines par impression 3D :

3.1. Empreinte optique :

Il existe deux possibilités pour la réalisation de l'empreinte optique : [9]

- **Directe** : balayage optique intra oral du maxillaire par une caméra optique intra-orale
- **Indirecte** : balayage optique de l'empreinte en silicone par un scanner de table ou caméra optique extra-orale

Dans le premier cas, l'empreinte optique sera réalisée en introduisant la caméra optique dans la cavité buccale du nouveau-né. Cela évite l'utilisation de matériaux à empreinte (avec les risques de tirage lorsque l'enfant bouge beaucoup) et le choix d'un porte-empreinte adapté. Néanmoins la tête de la caméra étant relativement volumineuse dans la cavité-buccale d'un nouveau-né, l'accès à certaines zones telles que le vestibule ou la partie postérieure de la fente est difficile. A l'heure actuelle, le temps dédié à l'empreinte n'est pas raccourci avec l'empreinte optique. De plus il reste difficile pour un seul praticien de contrôler simultanément la progression du scan sur l'écran d'ordinateur et de surveiller le nouveau-né. Cette technique reste cependant prometteuse.

Dans leur étude, K-F Krey et A Ratzmann, ont réalisé toutes les empreintes à l'aide d'une caméra optique. Cette technique serait mieux tolérée par les nouveau-nés grâce à la chaleur de la tête de caméra, néanmoins les zones postérieures ne pourraient pas être totalement enregistrées. Le logiciel OnyxCeph 3D Lab permettrait de combler automatiquement toutes les zones non enregistrées par la caméra optique. [13]

L'empreinte optique peut être réalisée par un scanner de table ou une caméra optique en scannant soit le modèle en plâtre soit l'empreinte en silicone directement. En scannant l'empreinte, cela permet de s'affranchir des défauts de la coulée en plâtre de l'empreinte.

Il existe différentes marques de caméra optique et de scanner de table. Nous utiliserons ici le scanner de table Ineos X5 de chez Dentsply-Sirona et les caméras optiques Planmeca-Emerald et Trios de chez 3Shape pour l'empreinte optique indirecte. Ces caméras fonctionnent sans poudrage.

3.2. Etapes de fabrication :

3.2.1. Modélisation Meshmixer :

La modélisation des plaques palatines peut être réalisée par divers logiciels. Nous choisirons Meshmixer qui est un logiciel globalement complet et gratuit. [13, 24]

3.2.2. Raccourcis clavier :

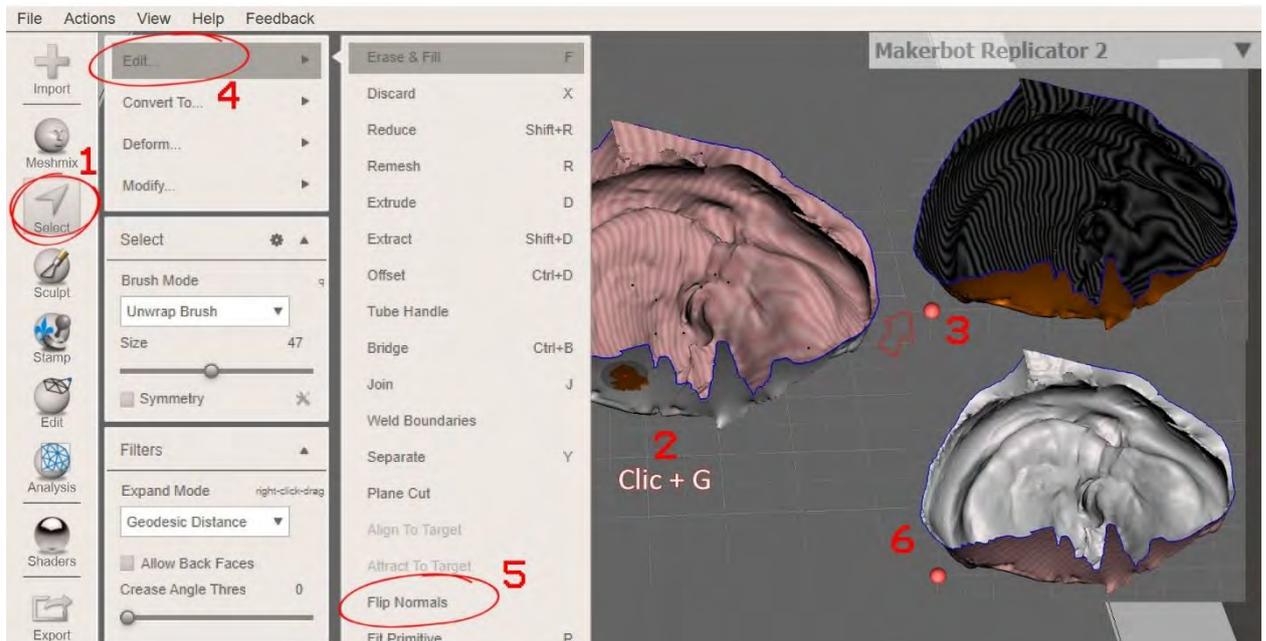
Clic Gauche	Sélectionner
Clic Droit	Se déplacer dans l'espace
Touche G	Remplir la zone = expand to groups
Touche Ctrl + clic Gauche	Désélectionner une zone
Touche Suppr	Supprimer la sélection
Ctrl + Z	Revenir en arrière
Clear sélection	Tous désélectionner
Touche Shift + <	Etendre la sélection = expand ring

3.2.3. Fiche technique :

- Réalisation de l'empreinte optique de l'empreinte en silicone, grâce à un scanner de table ou directement du maxillaire par une caméra optique intra-orale.
- Ouvrir le fichier STL sur Meshmixer
- Positionner convenablement le modèle .STL: Cliquer sur **Edit** puis **Transform** ; la position de l'empreinte peut ensuite être modifiée à l'aide des flèches.

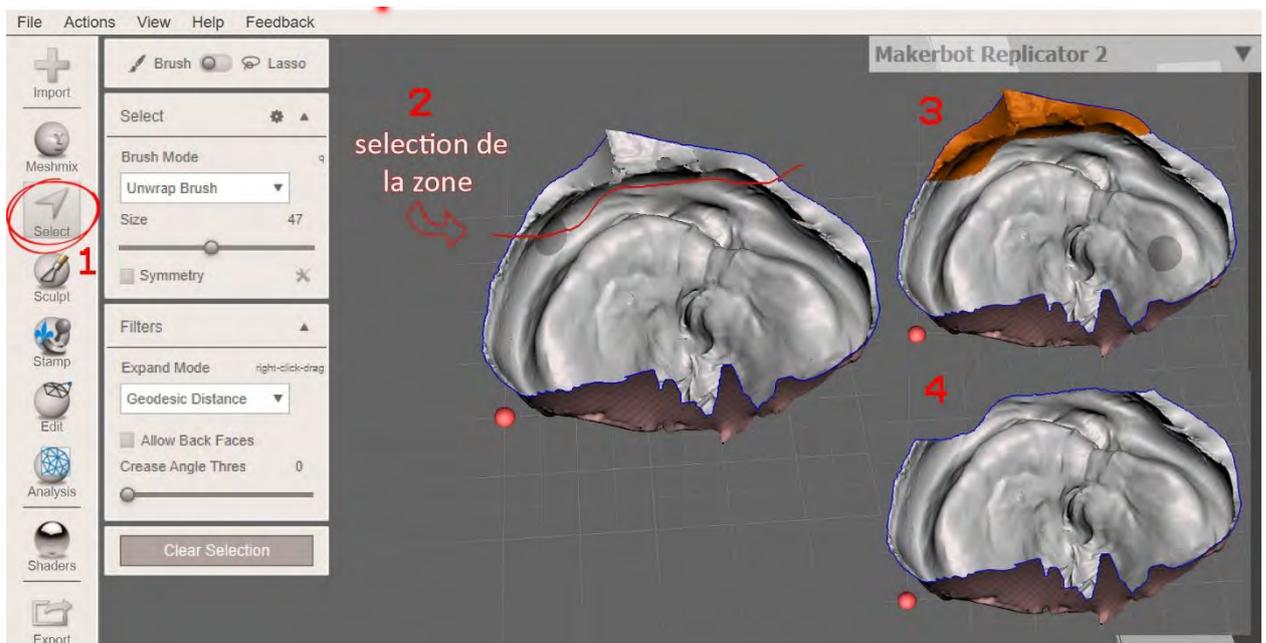


Dans le cas où il s'agit d'une empreinte scannée, il faudra inverser la sélection pour obtenir un modèle positif : cliquer sur **Select**, sélectionner la zone grise puis cliquer sur **G** pour étendre la sélection. Ensuite, cliquer sur **Edit** puis **Flip Normals**. On obtient une inversion de la zone grise (voir image 6).



- Supprimer les excès de l'empreinte :

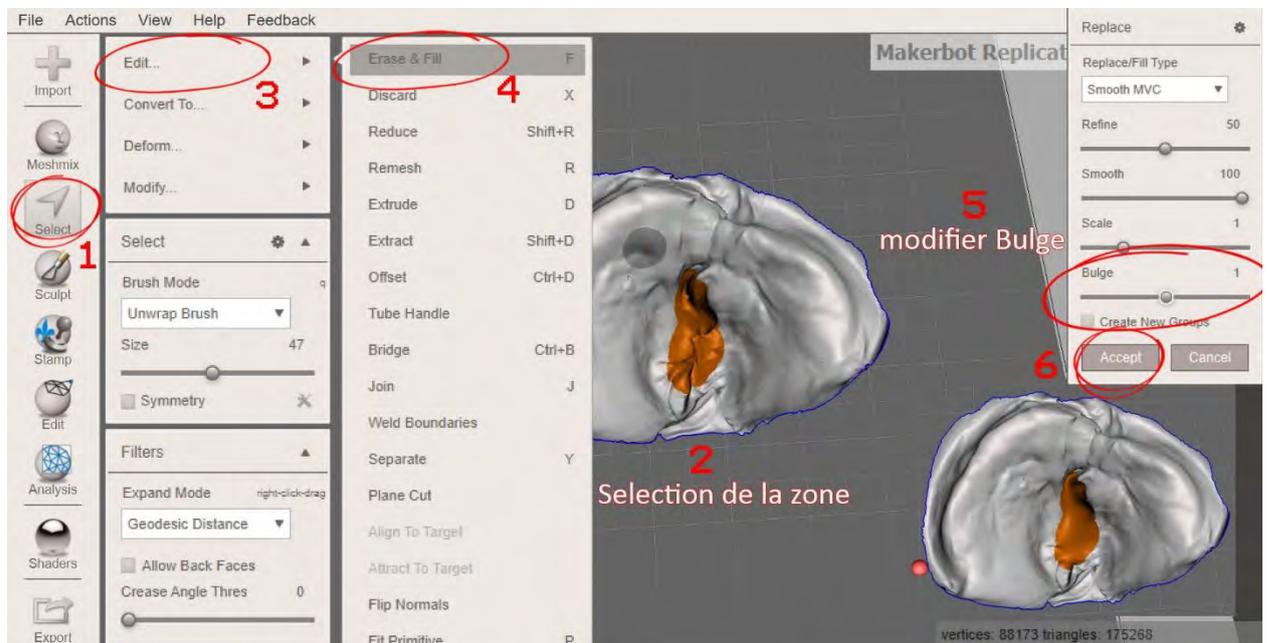
L'étape suivante consiste à supprimer les excès de l'empreinte optique. Pour cela, cliquer sur **Select** puis sélectionner les zones à supprimer et enfin cliquer sur **Suppr**. Recommencer la manœuvre jusqu'à élimination de tous les excès.



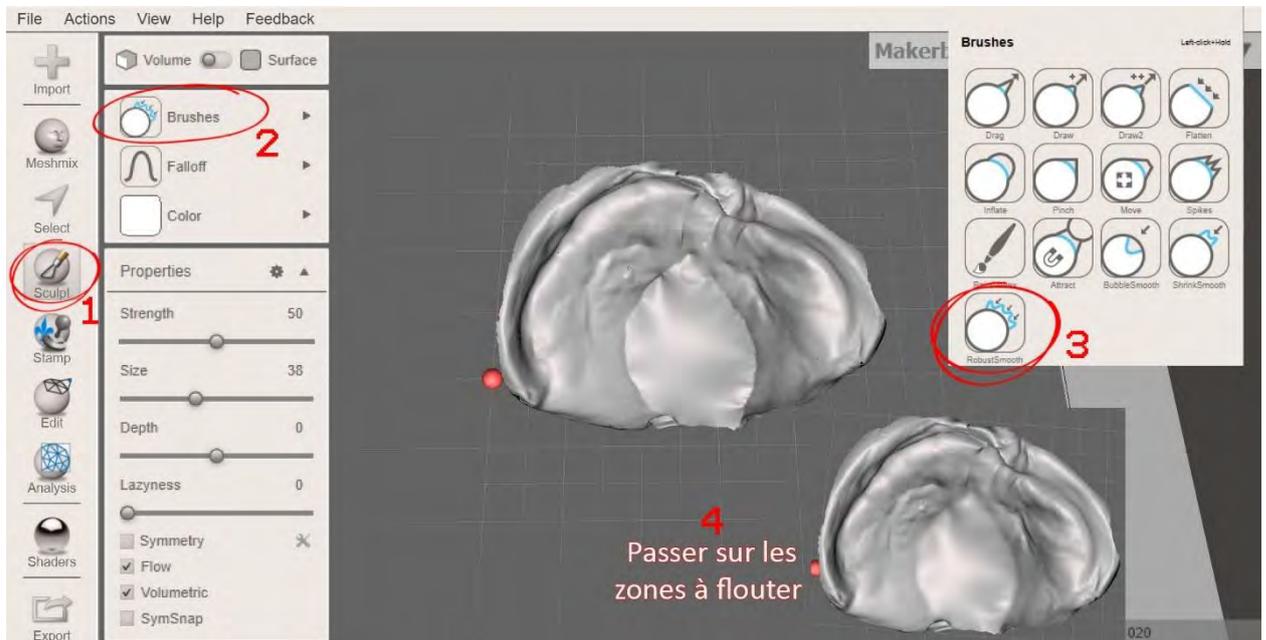
- Comblent la fente labio-palatine :

Cette étape permet de simuler la mise en place de la cire au niveau de la fente labio-palatine lors de la réalisation de la plaque de manière traditionnelle. Le but est donc de combler la fente. Pour cela, cliquer sur **Select** et sélectionner par petites zones les parties à combler. Cliquer ensuite sur **Edit** et enfin **Erase & Fill**. Une fenêtre apparaît, elle permet de modifier les paramètres. Ici, on ne modifiera que le **Bulge** permettant d'augmenter l'épaisseur. Cliquer sur **Accept** pour valider les paramètres. Il est possible que cela provoque un « trou », dans ce cas il faut diminuer le paramètre **Scale**. En cas d'erreur, cliquer sur **Clear Selection** et recommencer.

Poursuivre cette manœuvre jusqu'à l'obtention d'un comblement suffisant de la fente. Il est possible d'utiliser la même manœuvre pour combler d'éventuelles bulles ou contre-dépouilles qui empêcheraient la bonne adaptation de la plaque en bouche.

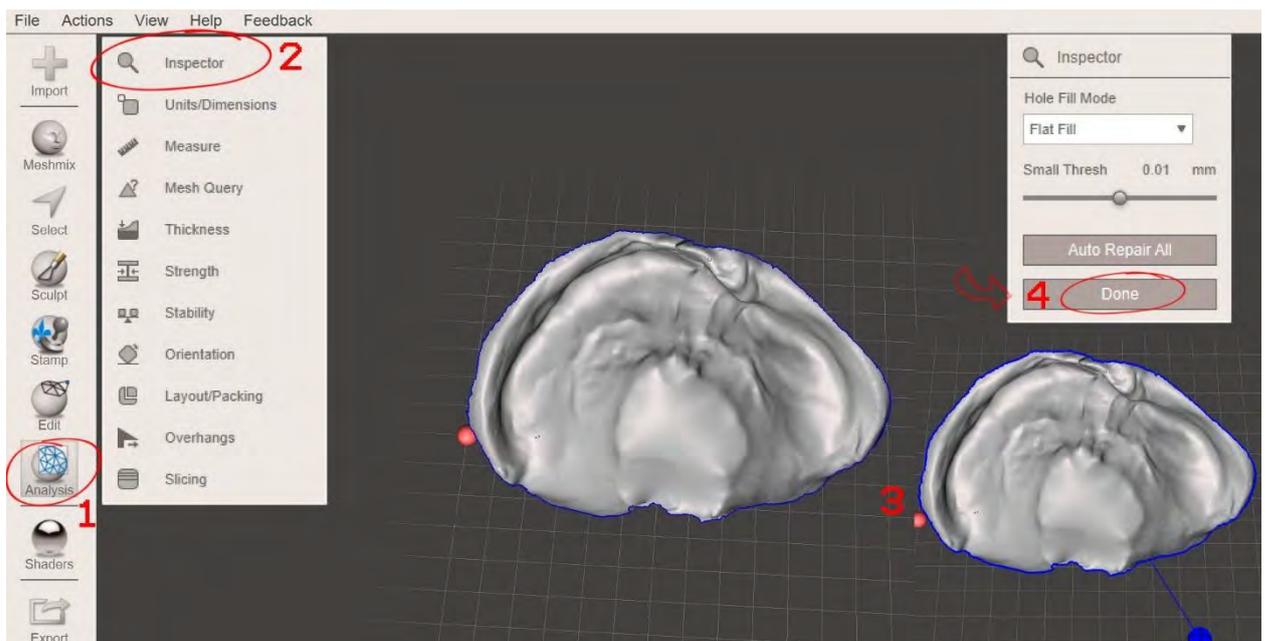


Une fois la fente comblée, il est possible de flouter/fondre les limites en utilisant les Brushes. Pour cela, Cliquer sur **Sculpt** puis **Brushes** et sélectionner **Robust Smooth**. Ensuite, cliquer sur les zones souhaitées en les balayant avec la souris.



- Vérifier la conformité du modèle :

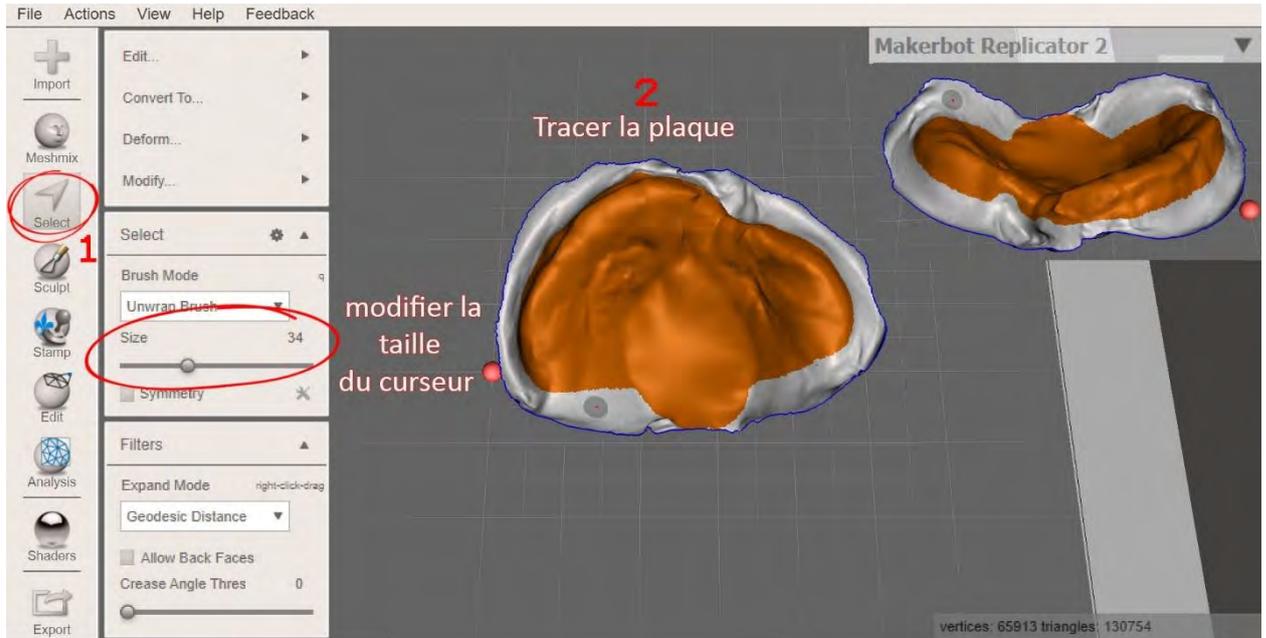
Cette étape permet de faire l'analyse des défauts et donc de vérifier l'absence de trous, etc... Cliquer sur **Analysis**, puis **Inspector** et valider en cliquant sur **Done**.



- Tracer la plaque palatine :

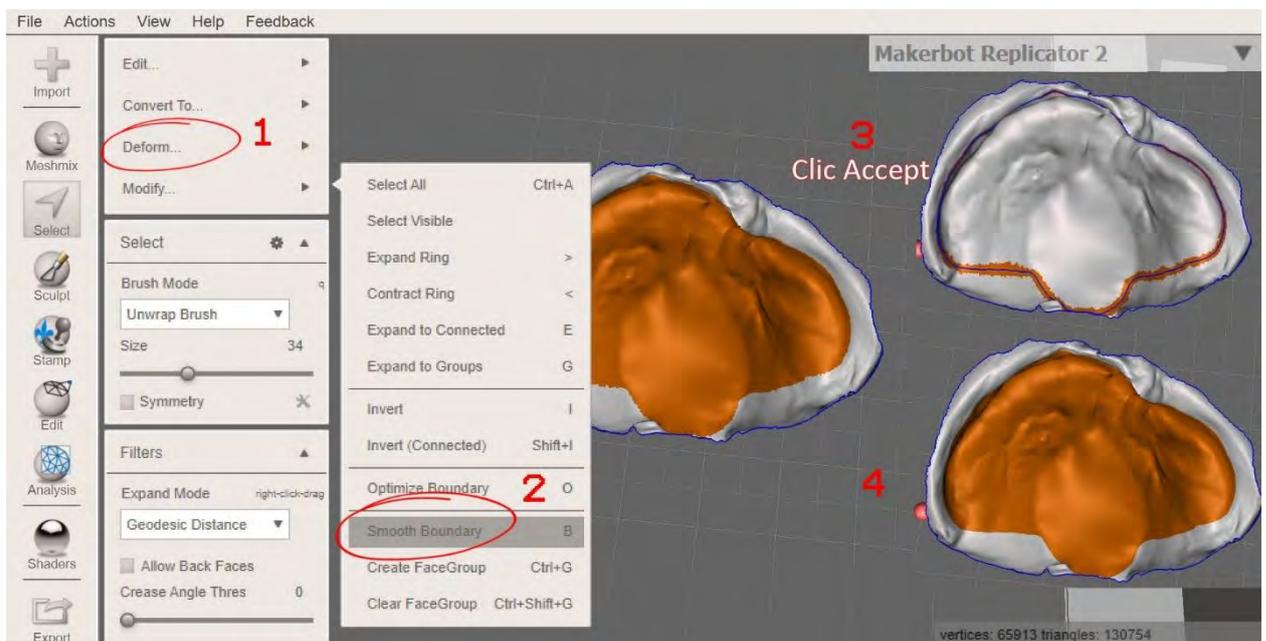
Pour cette étape, cliquer sur **Select** et tracer la plaque avec le curseur. Il est possible de diminuer ou d'augmenter l'épaisseur du trait du curseur en faisant varier le paramètre Size. Le tracé de la plaque sera de couleur orange.

Dans le cas où l'on souhaite supprimer une zone déjà sélectionnée (en orange), il faut la sélectionner en cliquant simultanément sur la touche **Ctrl** et un **clic Gauche** sur la zone souhaitée.



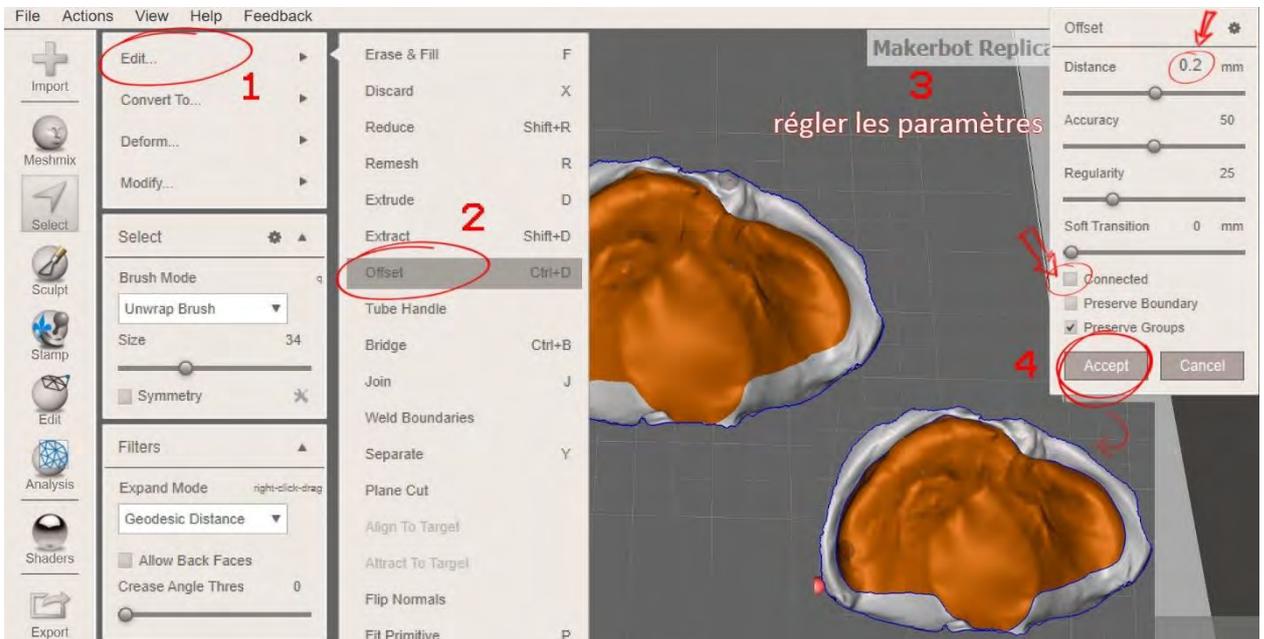
- Lisser les bords du tracé :

Cette étape permet d'obtenir les bords du tracé réguliers. Cliquer sur **Modify** puis **Smooth Boundary** et **Accept**.



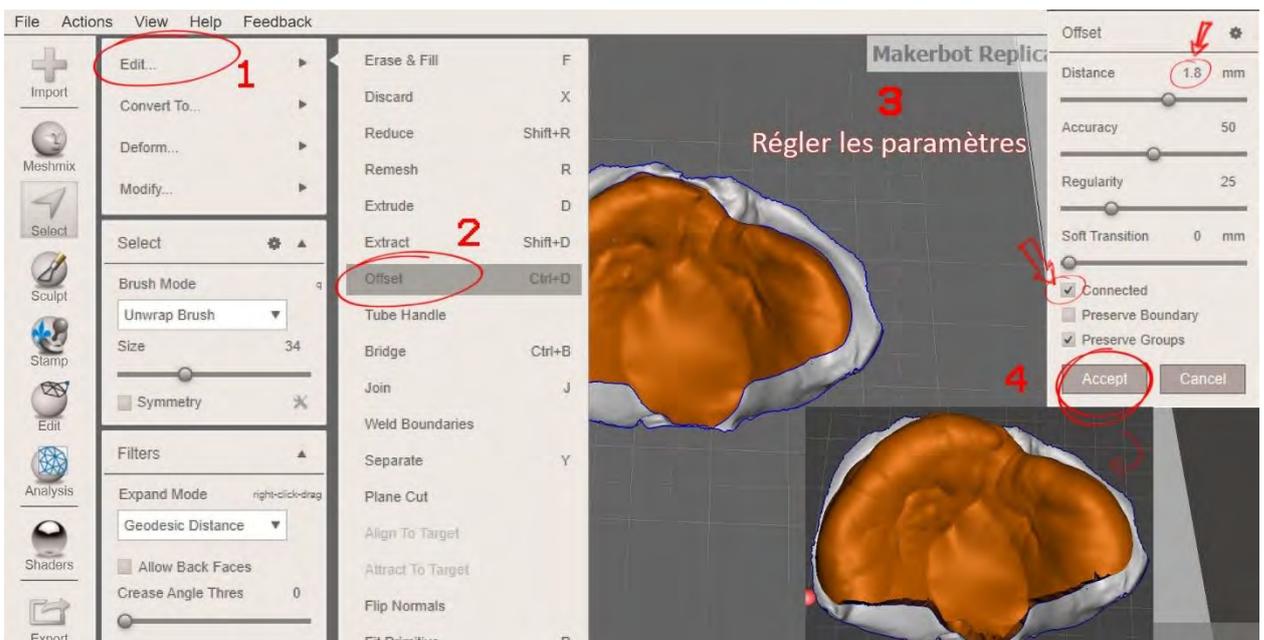
- Réaliser la plaque :

L'étape de réalisation de la plaque est subdivisée en 2 parties. Dans un premier temps, cliquer sur **Edit** puis **Offset**. Régler les paramètres avec la distance à **0,2mm** et **décocher Connected**. Cliquer sur **Accept**.



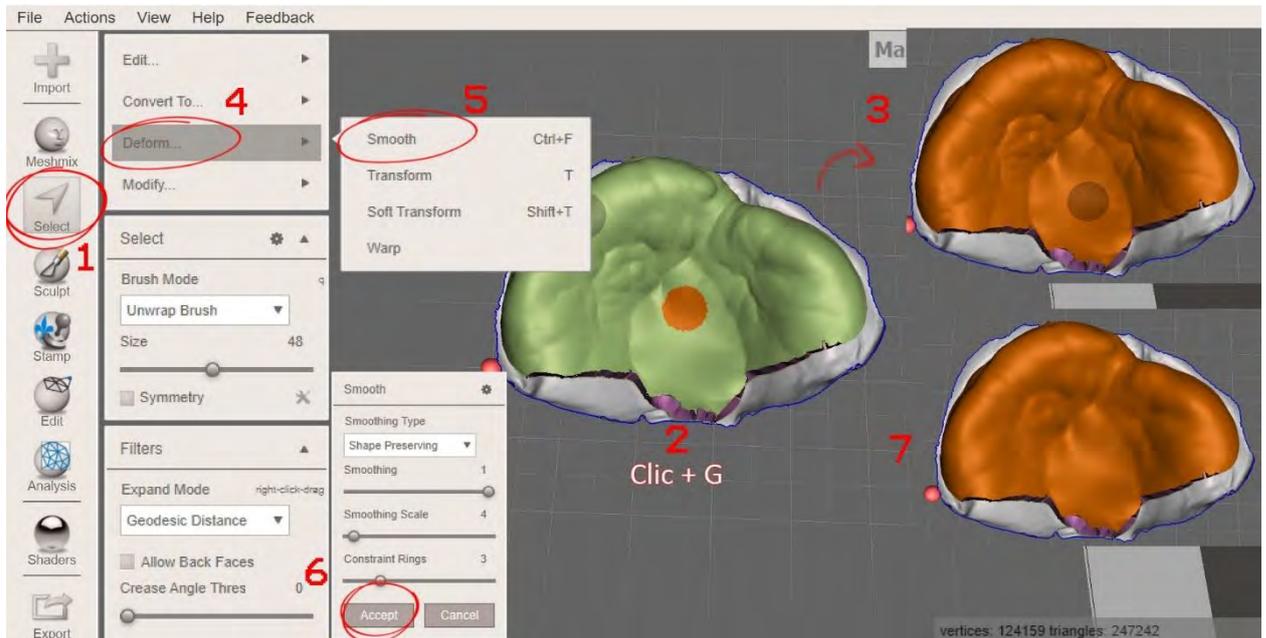
La deuxième partie consiste en la réalisation d'un **2^{ème} Offset**. Répéter la manoeuvre en modifiant les paramètres de la manière suivante : distance à **1,8mm** et **Cocher Connected**. Cliquer sur **Accept**.

Le paramètre Distance permet de déterminer l'épaisseur de la plaque.



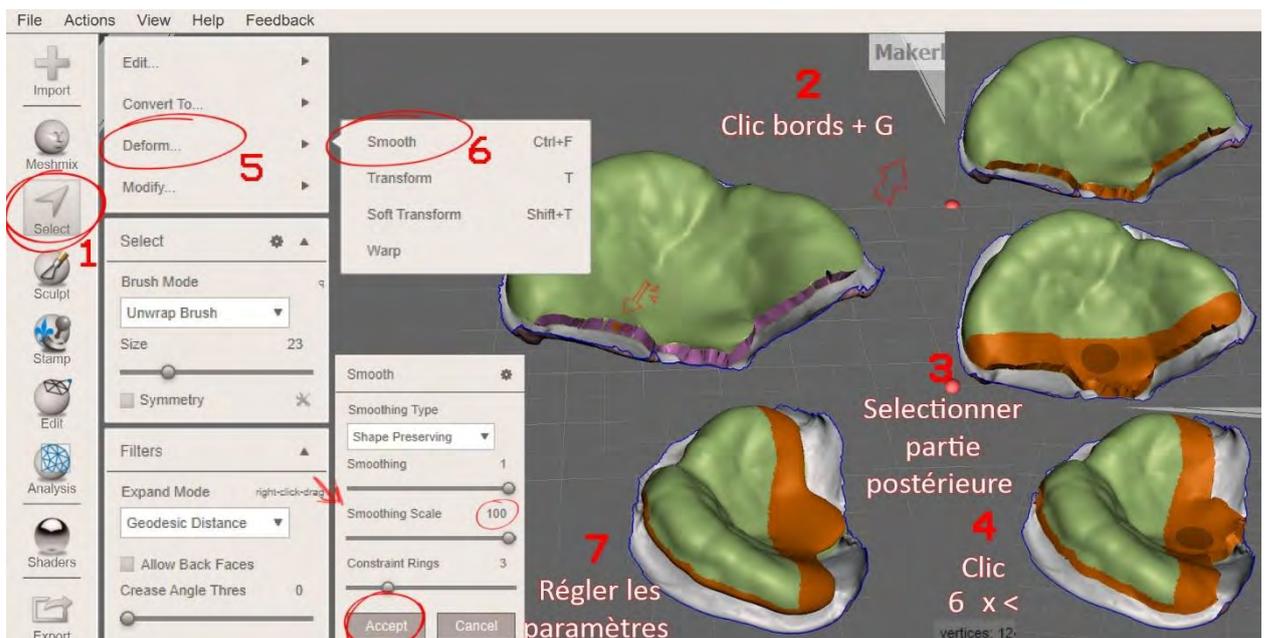
- Lisser la plaque :

Cliquer sur **Select** puis cliquer sur l'extrados de la plaque et cliquer sur **G** pour sélectionner la totalité de l'extrados. Ensuite, cliquer sur **Deform**, **Smooth** et **Accept**.



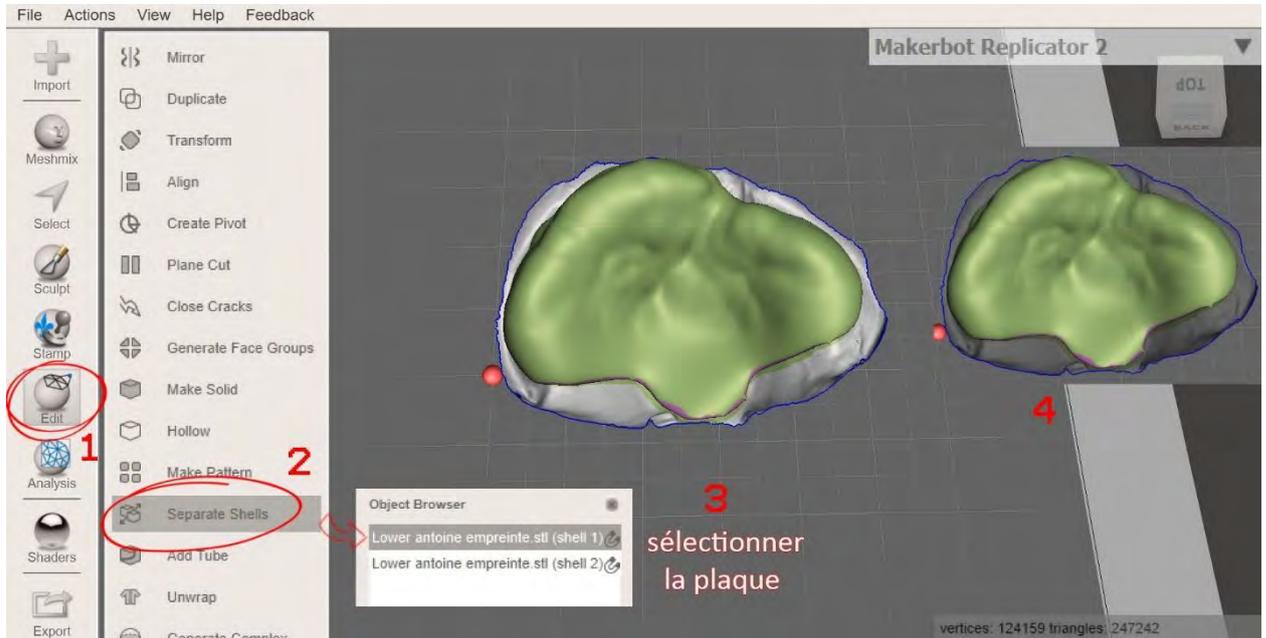
- Lisser et affiner les bords :

Lors de cette étape, l'objectif est de lisser et d'affiner les bords de la plaque. Pour cela, cliquer sur **Select** afin de tout désélectionner, puis cliquer sur le bord de la plaque et cliquer sur **G**. Sélectionner la partie postérieure de la plaque et cliquer sur **Shift + <** ; 6 fois environ afin d'augmenter la sélection au niveau des bords. Ensuite, cliquer sur **Deform** puis **Smooth** et augmenter le paramètre **Smoothing Scale** à 100, et enfin cliquer sur **Accept**.



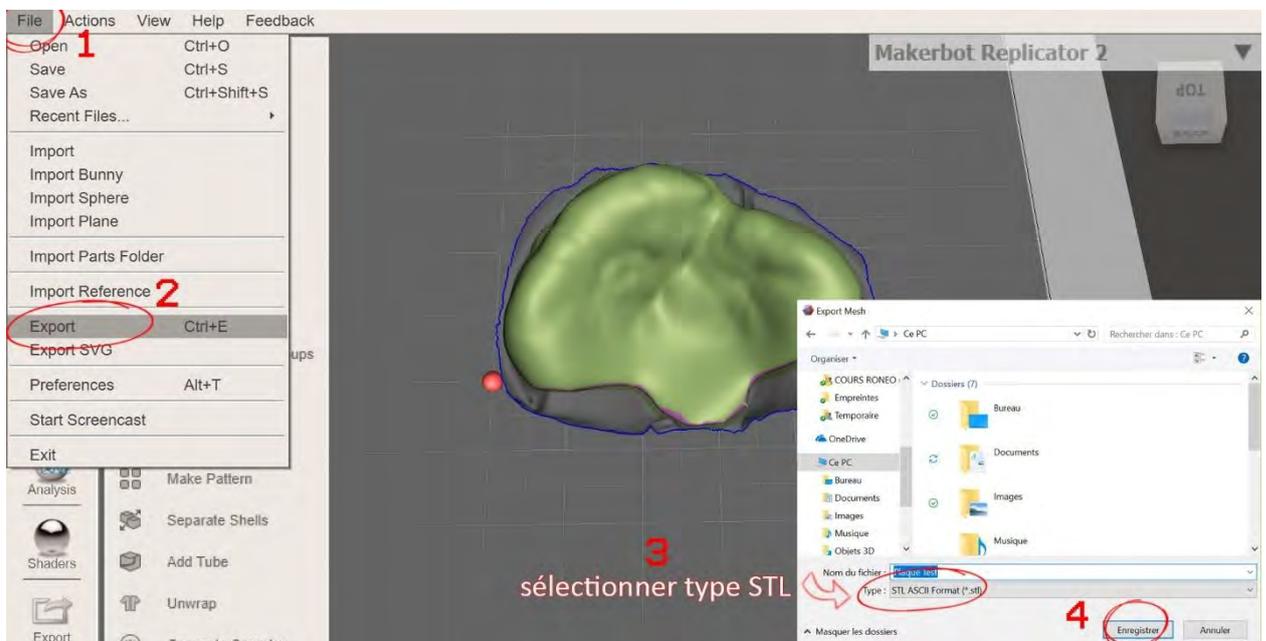
- Séparer la plaque de l’empreinte :

Cette étape permet de séparer la plaque de l’empreinte optique et donc de n’enregistrer que la plaque en vue de son impression. Cliquer sur **Clear selection** puis **Edit** et **Separate Shells**. Sélectionner la plaque seulement.



- Enregistrer :

La dernière étape consiste à enregistrer la plaque sous le **format STL**. Cliquer sur **File**, puis **Export**. Donner un nom au fichier et choisir le **type STL ASCII Format (.stl)** et **enregistrer**.

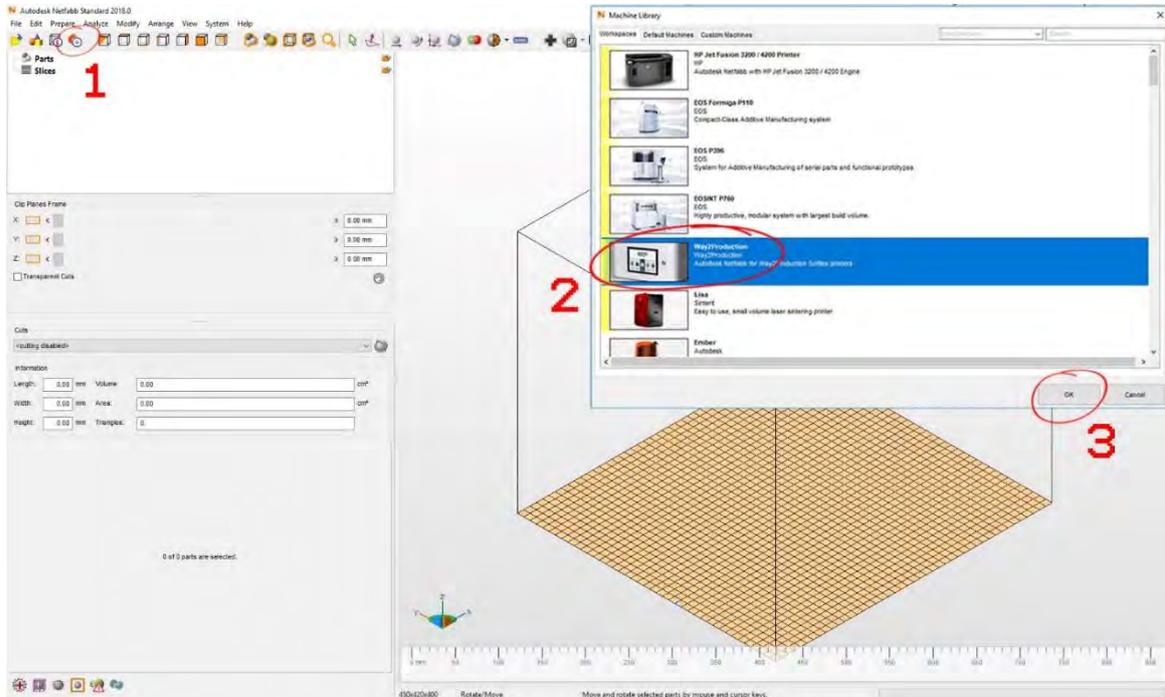


3.2.4. Modélisation sur Netfabb :

Le logiciel Netfabb de chez Autodesk est un logiciel gratuit. [13,25]

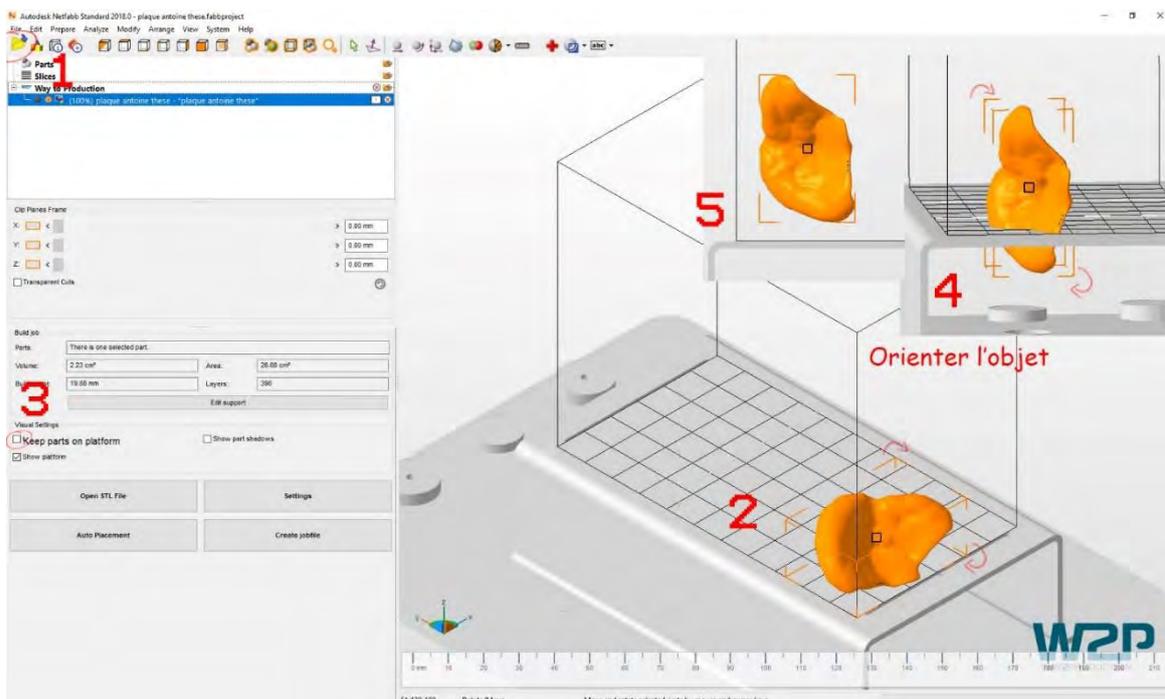
- Sélectionner le plateau de l'imprimante 3D :

Cliquer sur  puis sélectionner Way2production et cliquer sur OK.



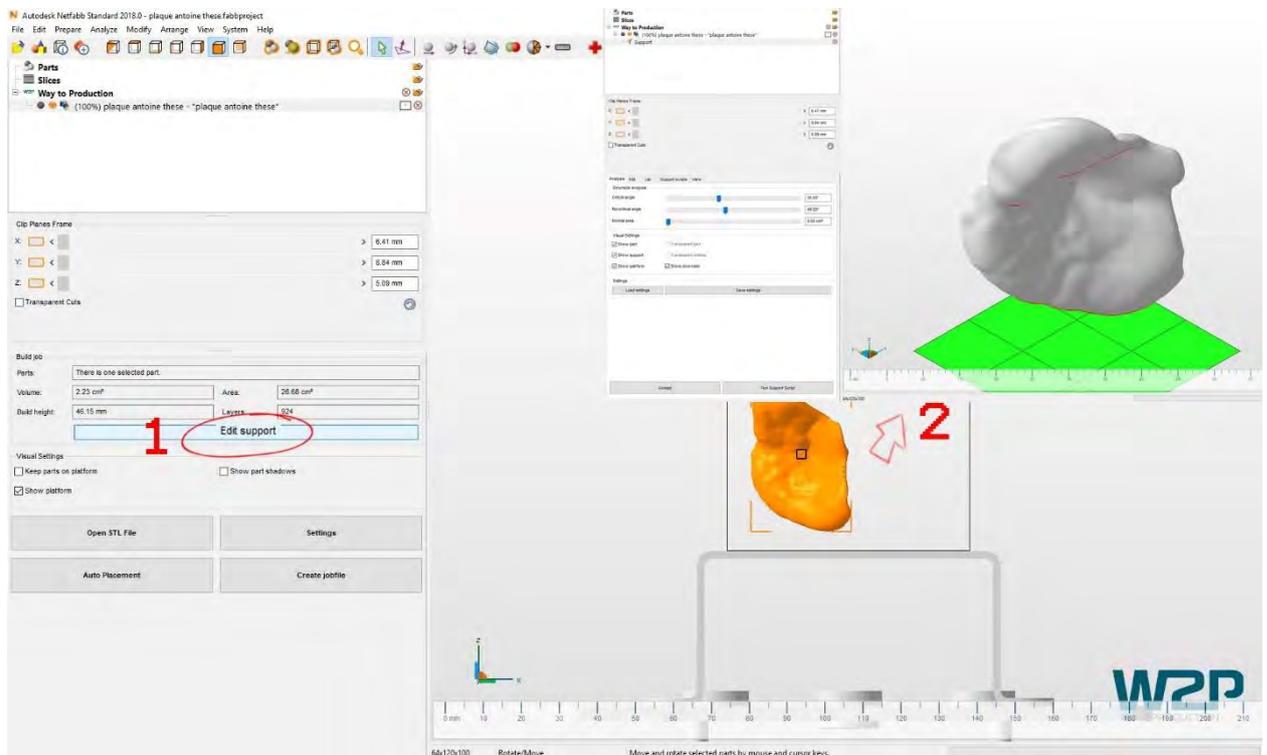
- Ouvrir le fichier STL et orienter l'objet à imprimer :

Ouvrir le fichier **STL** puis orienter l'objet verticalement par rapport au plateau grâce aux flèches sur les bords de l'objet. Décocher **Keep parts on platform** afin de décoller la plaque du plateau.



- Créer les supports d'impression :

Cliquer sur **Edit support** puis sélectionner l'onglet **Support scripts**, importer le « **script Benoit** » installé par l'équipe VOCO et cliquer enfin sur execute.

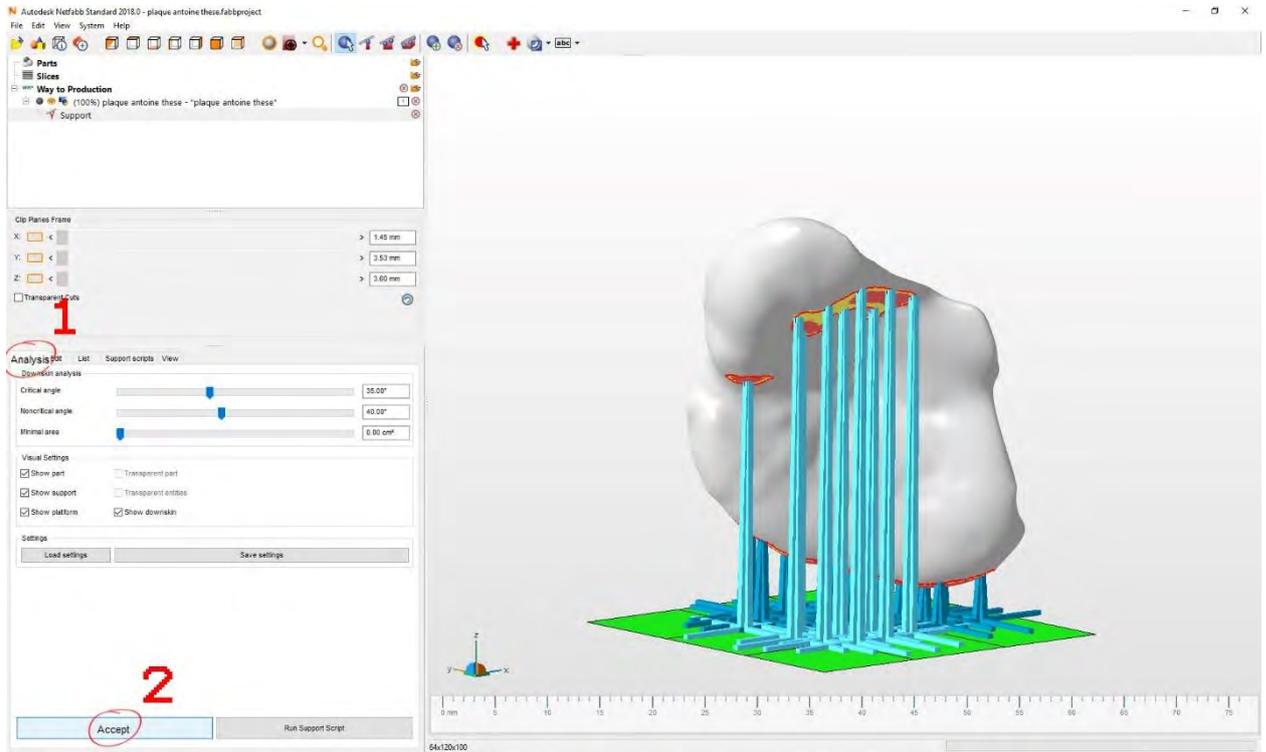


Les supports principaux sont créés. Il faut créer des supports au niveau des zones rouges qui apparaissent. Clic droit de la souris au niveau de la zone rouge puis cliquer sur **Create script-action support on cluster**. Répéter l'opération autant de fois qu'il y a de zones rouges.



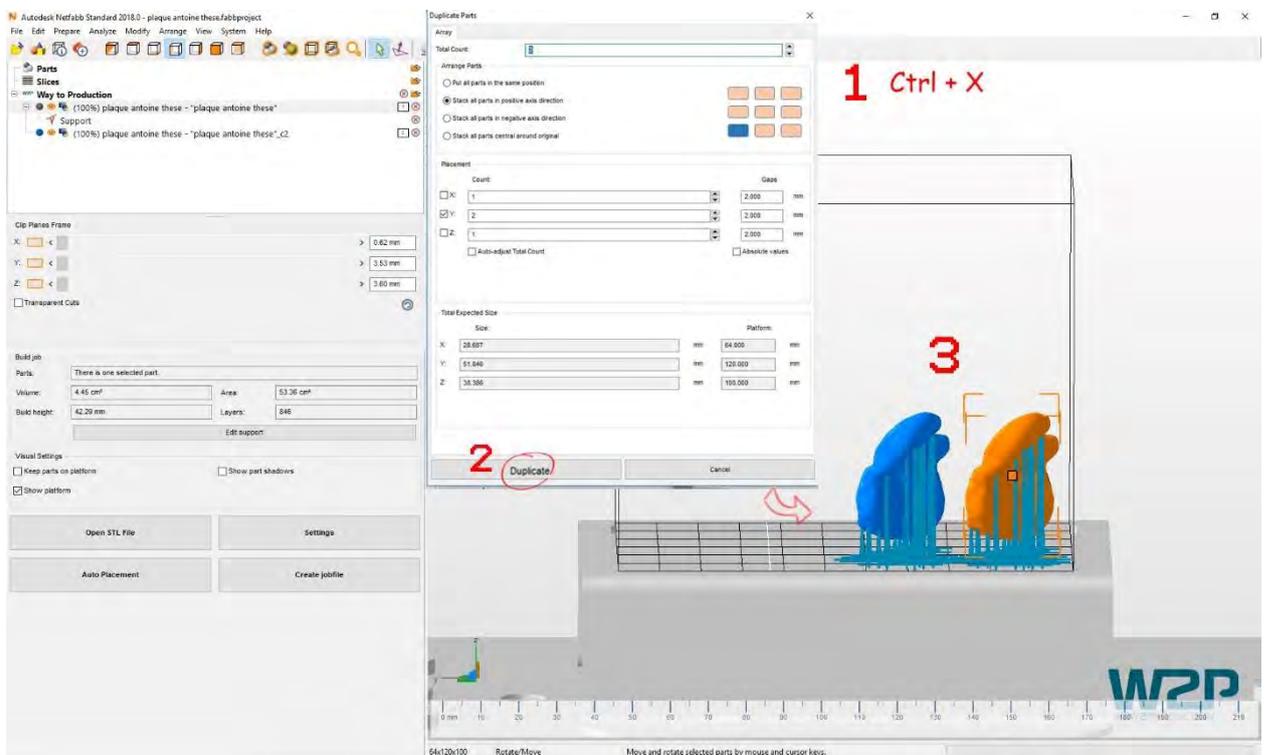
- Valider les supports :

Cliquer sur **analysis** puis **accept**.



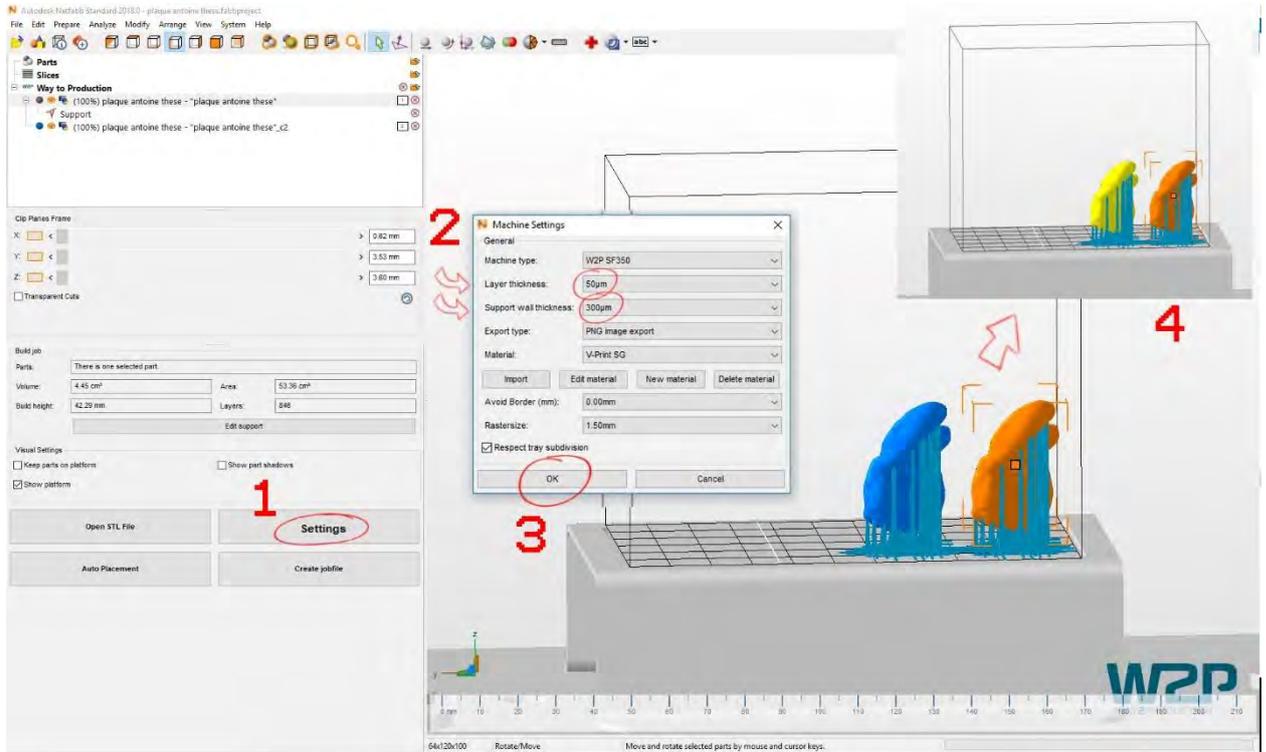
- Dupliquer la plaque :

Cliquer sur les touches du clavier **Ctrl + X** simultanément, puis **duplicate**.



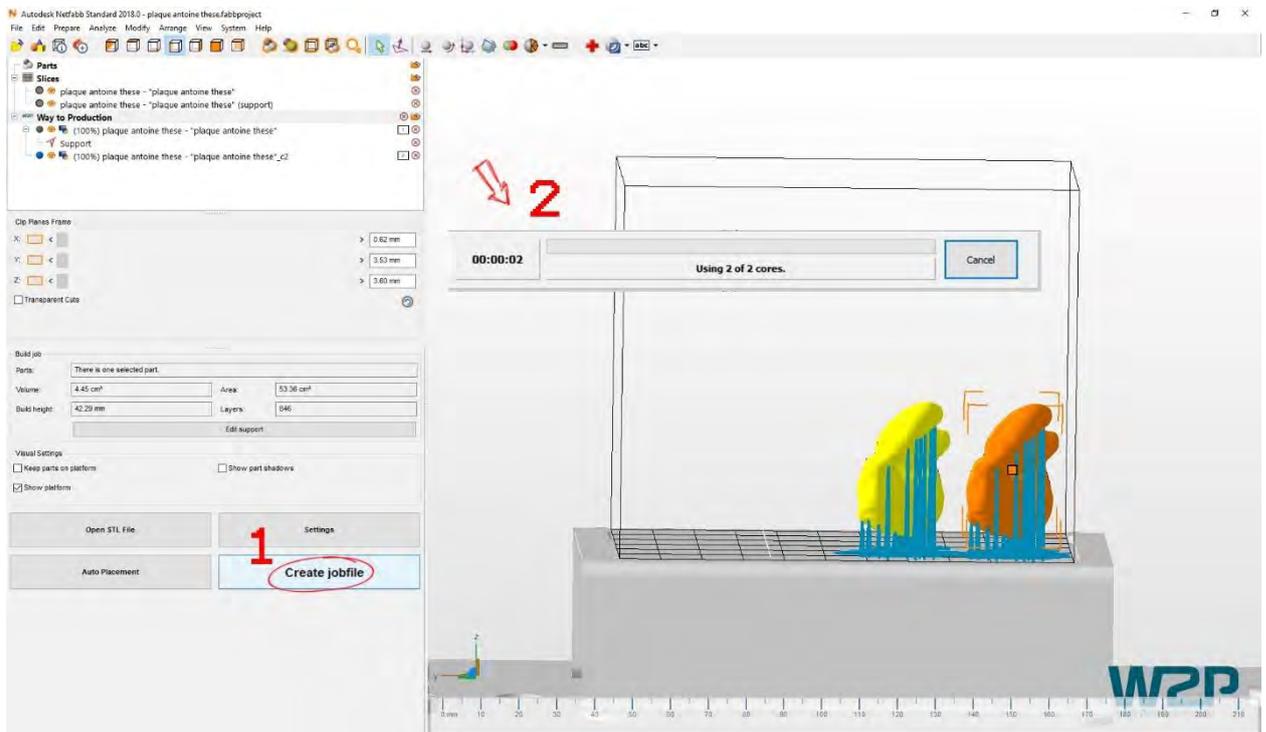
- Déterminer l'épaisseur du matériau :

Cliquer sur **Setting** puis modifier les paramètres : **Layer thickness** à 50µm et **Support wall thickness** à 300µm. Cliquer sur OK.



- Créer le fichier à imprimer :

Cliquer sur **Create jobfile**, cela va créer un fichier zip et attendre la fin du chargement.



Tutoriel vidéo :

Voici la vidéo que nous avons réalisé afin de faciliter l'apprentissage de la modélisation d'une plaque palatine : « Tutoriel MESHMIXER pour la réalisation d'une plaque palatine pour un nouveau-né atteint d'une division alvéolo-palatine » : <https://youtu.be/EYThJCiHzDQ>



Tutoriel MESHMIXER modélisation d'une plaque palatine



Figure 6 Scannez avec votre mobile le QR Code

3.3. Matériaux utilisés :

Nous utiliserons ici la résine **V-Print Ortho** (VOCO) avec l'imprimante 3D Solflex (VOCO). Cette résine contient de l'hydroxypropyl méthacrylate, tripropylenglycol diacrylate, diphenyl (2,4,6-triméthylbenzoyl)phosphine oxide, polymérisable sous un spectre UV situé entre 378 et 388 nm. Elle a une grande résistance à la rupture, à l'abrasion, à la chaleur et est biocompatible. Ce matériau est un dispositif médical de la classe IIa qui est approuvé pour une utilisation illimitée dans la bouche. [27]

Il existe d'autres résines indiquées en fonction de l'imprimante 3D utilisée.

Pour l'empreinte en silicone, il sera utilisé le même matériau que pour la technique traditionnelle, c'est-à-dire un élastomère de silicone de moyenne viscosité (**polyvinylsiloxane**) de type Xantopren. Cette empreinte sera ensuite scannée afin d'obtenir une empreinte optique.

3.4. Temps et coûts de fabrication :

Temps de scannage optique extra oral	5 minutes
Temps de modélisation Meshmixer	20 minutes
Temps de modélisation Netfab	8 minutes (pour 4 plaques sur 2/3 plateau)
Temps d'impression polymérisation	3 heures (pour 2 plaques sur 1/3 plateau)
Temps de polissage	3 minutes
Total temps	3 heures 36 minutes
Coût résine	400€ / Kg soit 5€ par plaque
Coût imprimante 3D	Entre 5 000 et 10 000€
Coût scanner de table	20 000€ (sirona inEos X5)
Coût caméra optique	37 000€ (40 000€ trios ou planmeca et 25 000€ condor)
Coût logiciel	Gratuit
Total coûts	5€ la plaque + investissement 47 000€

[8]

4. Cas clinique :

La plaque a été réalisée avec le Dr Emmanuelle Noirrit-Esclassan et le Pr Frédéric Vaysse.

Il s'agit d'un nouveau-né vu en consultation au CHU Purpan, atteint d'une fente unilatérale complète gauche. Une première plaque palatine a été mise en bouche 3 jours après la naissance. Puis trois mois plus tard a été réalisée et mise en bouche la première plaque palatine par impression 3D.

4.1. Réalisation de l'empreinte :

L'empreinte réalisée a été la même que pour la plaque palatine traditionnelle ; c'est-à-dire par l'insertion d'un porte empreinte individuel en Ivolen rempli de silicone de type Xantopren. Le réflexe de succion a permis de modeler les bords de l'empreinte. Aucune anesthésie n'a été réalisée.



Figure 7 Empreinte d'une fente unilatérale complète à partir d'un porte-empreinte en Ivolen et de Xantopren.

4.2. Réalisation de la plaque palatine :

Une fois l'empreinte obtenue, il y a deux possibilités :

- La coulée du modèle en plâtre afin de réaliser l'empreinte optique
- La réalisation de l'empreinte optique directement à partir de l'empreinte

Dans les deux cas, l'empreinte optique peut être réalisée par une caméra optique ou un scanner de table.

Ici, nous avons coulé le modèle en plâtre puis réalisé l'empreinte optique à l'aide d'une caméra optique Planmeca Emerald.

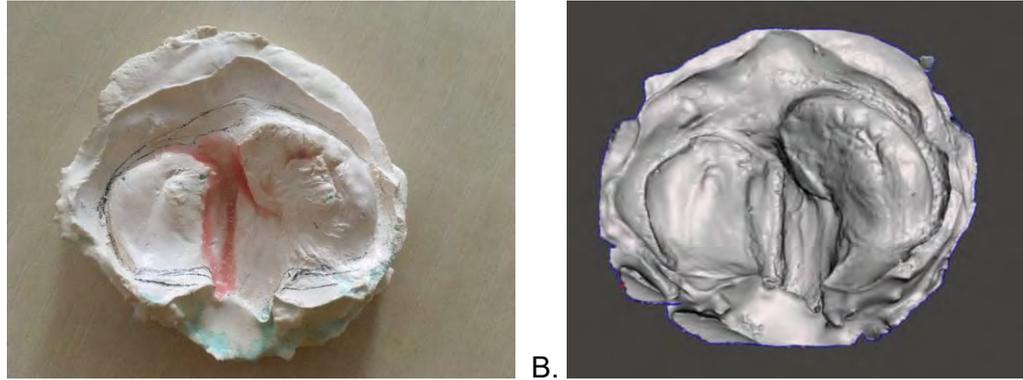


Figure 8 A. Empreinte coulée en plâtre avec punch de cire. B. Empreinte optique avec caméra Emerald Planmeca.

La modélisation de la plaque palatine est réalisée ensuite sur le logiciel Meshmixer et l'impression 3D via le logiciel Netfab. [24,25]

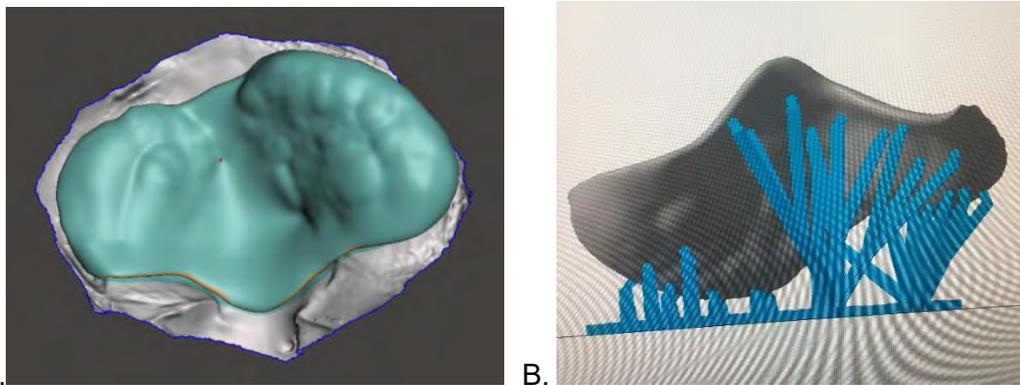


Figure 9 A. modélisation sur MESHMIXER. B. modélisation sur Netfab.

Enfin son impression est réalisée grâce à l'imprimante 3D Solflex 350 de chez Voco avec la résine V-Print Ortho de chez Voco. [26,27]



Figure 10 Imprimante 3D Solflex de chez VOCO et sa résine V-Print ortho



Figure 11 Plaque palatine obturatrice imprimée avec ses piliers



Figure 12 Plaque palatine obturatrice avant et après polissage.

Pour finir, il est nécessaire de polir les bords avant la mise en bouche de la plaque.

5. Discussion :

5.1. Comparaison fabrication traditionnelle VS CFAO :

Une étude a comparé l'usage des plaques palatines traditionnelles avec celles réalisées par CFAO : les plaques réalisées par impression 3D étaient bien ajustées et elles ne présentaient aucune différence d'usure par rapport aux plaques traditionnelles. De plus, elles ont été bien tolérées.[13]

		CFAO	Traditionnelle
Temps Empreinte		4 min	30 min (coulée en plâtre)
Temps de fabrication	Modélisation	31 min	45 min
	Impression	3 h	
Coût	Matériaux	5€	4€
	Matériel	47 000€	400€
Total Temps		3H36	1H15

Actuellement, la technique par CFAO a un temps de fabrication et un coût supérieur à la technique traditionnelle. Néanmoins, son temps de modélisation est relativement inférieur à la technique traditionnelle. En ce sens, l'impression ne nécessitant pas notre aide, le temps de fabrication reste donc inférieur.

Concernant les coûts, l'investissement pour la technique CFAO est importante, mais permet de réaliser d'autres types de prothèses.

5.2. Avantages et inconvénients pour le chirurgien-dentiste et le patient :

L'imprimante 3D dans la pratique de la dentisterie peut être utilisée dans plusieurs catégories de soins : l'orthodontie, la prothèse et l'implantologie. Cette technique nécessite l'utilisation d'une empreinte optique au format STL et permet la production à la demande de pièces uniques d'une grande variété de produits qui sera personnalisée et sur mesure.

Dans le cas des patients atteints de fente palatine, cette empreinte optique, qu'elle soit réalisée de manière directe ou indirecte, procure un **gain de temps** en s'affranchissant de la coulée du plâtre et évite la perte de **précision** de l'empreinte traditionnelle. De plus, s'il est possible de réaliser une empreinte optique directe, le risque d'un déchirement du matériau à empreinte au niveau de la fente est supprimé. [13]

L'empreinte optique pourra ensuite soit être envoyée au prothésiste par l'intermédiaire d'un e-mail, soit être directement utilisée par le praticien pour modéliser la plaque. Ainsi, il y a un réel avantage **environnemental** car il n'y a plus besoin de coursier pour l'envoi de notre empreinte. [5]

L'empreinte optique directe ou indirecte facilite l'**archivage** des données (comparé à l'archivage des modèles en plâtre). De plus, elle facilite son utilisation dans la

recherche sous réserve du consentement du patient (exemple : mesures anthropométriques).

Après avoir modélisé la plaque sur l'ordinateur, on peut l'envoyer à l'impression. Malgré un temps **d'impression long**, il y a un **gain de production** car le temps de prototypage est considérablement réduit. De plus, lors de l'impression, il est tout à fait possible de réaliser d'autres tâches en attendant contrairement à la production d'une plaque traditionnelle. Pour le chirurgien-dentiste, il peut réaliser d'autres consultations et pour le prothésiste il peut réaliser d'autres travaux, ce qui permet un gain de temps. [5,6]

Une imprimante 3D permet d'imprimer jusqu'à 5 plaques en même temps. Le temps d'impression avec l'imprimante Solflex de chez VOCO dépend du nombre de couches imprimées ainsi que des zones occupées du plateau d'impression (il y en a 3). Si on imprime 1 ou 2 plaques, on occuperait 1 zone du plateau, le temps d'impression sera identique, mais si on imprime 3 ou 4 plaques, le temps d'impression sera doublé car on occupera 2 zones du plateau. Il est donc possible de réaliser deux plaques pour deux patients différents sans allonger le temps d'impression.

Pour que la vitesse d'impression soit plus rapide et que l'impression 3D devienne un réel compétiteur, il faudrait l'augmenter au centuple. [5]

La modélisation nécessite une **courbe** d'apprentissage [13] et est **opérateur dépendant**, mais elle reste tout de même accessible ; la seule difficulté est de bien réaliser les limites de la plaque. Pour un technicien débutant, la notion d'épaisseur est plus facile à gérer avec le logiciel que manuellement.

Les matériaux d'impression 3D ont un **coût plus élevé** que pour une fabrication traditionnelle mais l'impression 3D permet une **réduction des coûts de production** car elle n'utilise que la matière nécessaire à la fabrication de l'objet. Le matériau non utilisé pourra être **recyclé** dans la fabrication d'un nouvel objet. Il y a donc **peu de perte de matière**. [5,6]

Les matériaux utilisés sont des **matières lisses** qui nécessitent peu de travail de finition et laissent une très faible quantité de résidus. Néanmoins, lors de l'impression par l'imprimante 3D, il est possible que des défauts apparaissent : le matériau peut être poli mais il est **difficile à retoucher**, en particulier par adjonction.

En fonction des matériaux, il existe un **vieillessement dans le temps**, qui peut provoquer des déformations de la prothèse. Dans notre cas, les plaques sont renouvelées régulièrement ce qui pallie ce problème. De plus l'étude de K-F Krey et A Ratzmann, a montré qu'il n'y avait pas d'usure supplémentaire pour une plaque fabriquées par CFAO par rapport à une plaque traditionnelle. L'impression 3D permet une meilleure homogénéité et donc une meilleure solidité de la plaque qu'avec la résine polymérisée conventionnellement. [5,13]

Pour le patient, outre le fait d'apprécier les nouveautés technologiques, il y a un réel avantage grâce à l'impression multiple qui permet d'obtenir **plusieurs copies** de la même plaque.

Le prothésiste aura donc une réduction des coûts de production et réduction des temps de finitions mais une augmentation du temps de productivité à cause d'un temps d'impression long.

Finalement, une imprimante 3D est un réel investissement à long terme par son gain de précision et son gain de temps mais il faut avoir une vision à grande échelle pour avoir un gain de productivité.

5.3. Limites de la CFAO dans la réalisation des plaques palatines :

La CFAO est une grande avancée dans la technologie pour la réalisation des plaques palatines, mais elle comporte certaines limites. En effet, concernant l'empreinte optique, elle n'est possible aujourd'hui que de manière indirecte à partir de l'empreinte en silicone car les têtes des caméras optiques ne sont pour le moment pas adaptées à la taille de la cavité buccale d'un nouveau-né.

Nous avons pu tester une **caméra optique** (Trios de chez 3Shape) néanmoins la taille de la tête de la caméra n'était pas adaptée à la cavité buccale d'un nouveau-né. K-F Kreys et A Ratzmann ont également rapporté quelques difficultés pour enregistrer la zone de la fente. Certaines caméras optiques bénéficient d'une tête de caméra relativement petite mais il n'y a pas à ce jour d'études sur les nouveau-nés et nous n'avons pas pu les tester. Cette technique nécessite donc encore quelques adaptations et reste très prometteuse.

De plus, la modélisation sur **logiciel** est globalement accessible mais il faut tout de même prendre le temps d'apprendre à l'utiliser.

Il y a également des limites **financières** concernant un investissement de cette envergure pour une imprimante 3D et une caméra optique ou un scanner de table. Lorsqu'un prothésiste dentaire ou un chirurgien-dentiste décide d'investir dans ce matériel, il ne faut pas se limiter à la fabrication des plaques palatines pour les nouveau-nés porteurs de fente palatines. Il y a de nombreuses autres applications pour une impression d'objets en 3D, comme par exemple la fabrication de gouttières (occluso ou ODF) ou encore des guides implantaires. Il est également possible de réaliser d'autres sortes de plaques palatines dans le cadre de la trisomie 21 afin d'améliorer les praxies orofaciales et de stimuler les muscles péri-buccaux des nourrissons et jeunes enfants. Posées précocement, elles doivent être portées plusieurs fois par jour pour favoriser la motricité linguale et sa capacité de discrimination sensorielle. La plaque comprend des stimulateurs palatins et vestibulaires qui peuvent être fixes ou amovibles (perles). [7,14]

Le choix des **matériaux imprimables** reste pour le moment restreint avec un coût élevé (5 à 100 fois plus cher) dû à leur complexité mais aussi à l'avènement récent de cette technologie. Les distributeurs spécialisés sont encore peu nombreux. [5]

Conclusion :

Depuis l'avènement de la CFAO en 1970, celle-ci n'a cessé d'évoluer. Aujourd'hui, il est possible de réaliser toutes sortes d'objets par impression 3D. Les fentes palatines touchant 1 nouveau-né sur 700 en France, nous avons voulu montrer qu'il était possible de modéliser et imprimer par CFAO une plaque palatine obturatrice.

Krey KF et Ratzmann A, en élaborant entièrement des plaques palatines selon cette technique, ont pu démontrer qu'il n'y avait pas de différence d'usure ni d'adaptation entre celles réalisées numériquement et celles réalisées traditionnellement, avec une excellente tolérance par les nouveau-nés. [13]

De plus, la technique de CFAO permet un gain de temps de fabrication pour le prothésiste mais également à long terme un investissement rentable au vu des diverses possibilités d'impression 3D (guide implantaire, orthèses, ODF...). Néanmoins, le recours à la CFAO nécessite un apprentissage de la manipulation du logiciel de conception ; la conception est rapide mais l'impression reste encore une étape longue lorsqu'il s'agit d'imprimer une seule plaque. Enfin, il est encore difficile de réaliser précisément une empreinte optique directement dans la bouche des nouveau-nés.

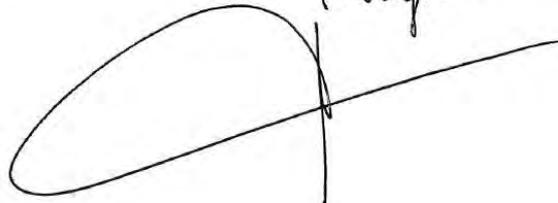
Nous avons donc réalisé dans ce mémoire, une fiche technique et un tutoriel vidéo de modélisation et d'impression 3D d'une plaque palatine, afin de faciliter sa réalisation par les prothésistes dentaires et les chirurgiens-dentistes.

Dans l'avenir, la vitesse d'impression devrait s'améliorer et la CFAO sera donc plus accessible. De plus, l'élaboration d'une tête de caméra optique adaptée à la cavité buccale des nouveau-nés serait la finalité de cette démarche. Elle permettrait de s'affranchir de l'empreinte en silicone ainsi que du scannage de l'empreinte, améliorant la précision de l'empreinte et apportant un gain de temps considérable.

Vu la directrice de thèse
E. NOÏRAÏT-ESCLASSAN



Vu le directeur du jury.
F. Vayrac



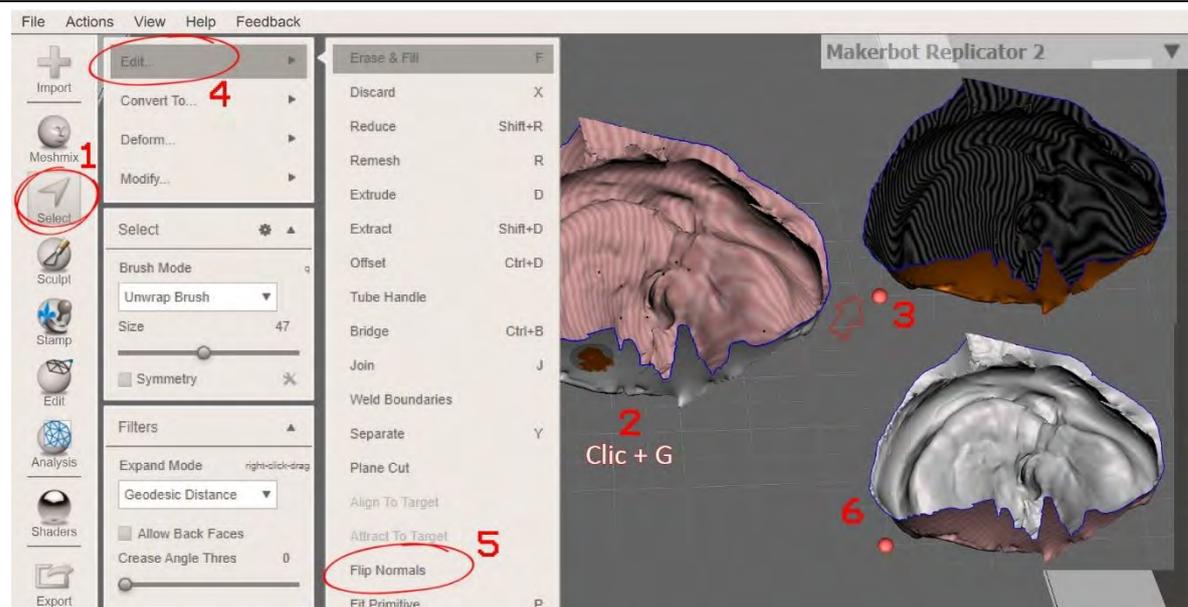
Annexes :

➤ Fiche technique de modélisation avec Meshmixer et Netfab :

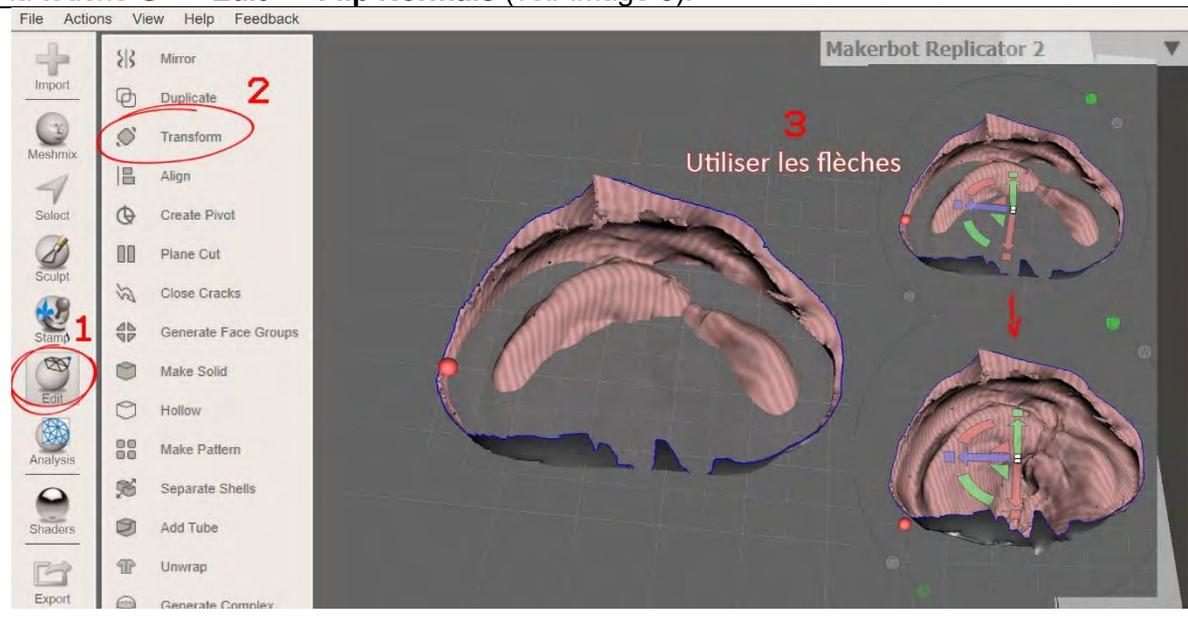
Raccourcis clavier :	Clic Gauche	Sélectionner
	Clic Droit	Se déplacer dans l'espace
	Touche G	Remplir la zone = expand to groups
	Touche Ctrl + clic Gauche	Désélectionner une zone
	Touche Suppr	Supprimer la sélection
	Ctrl + Z	Revenir en arrière
	Clear sélection	Tous désélectionner
	Touche Shift + <	Etendre la sélection = expand ring

Positionner convenablement le modèle .STL

Edit => Transform => modifier la position de l'empreinte à l'aide des flèches.

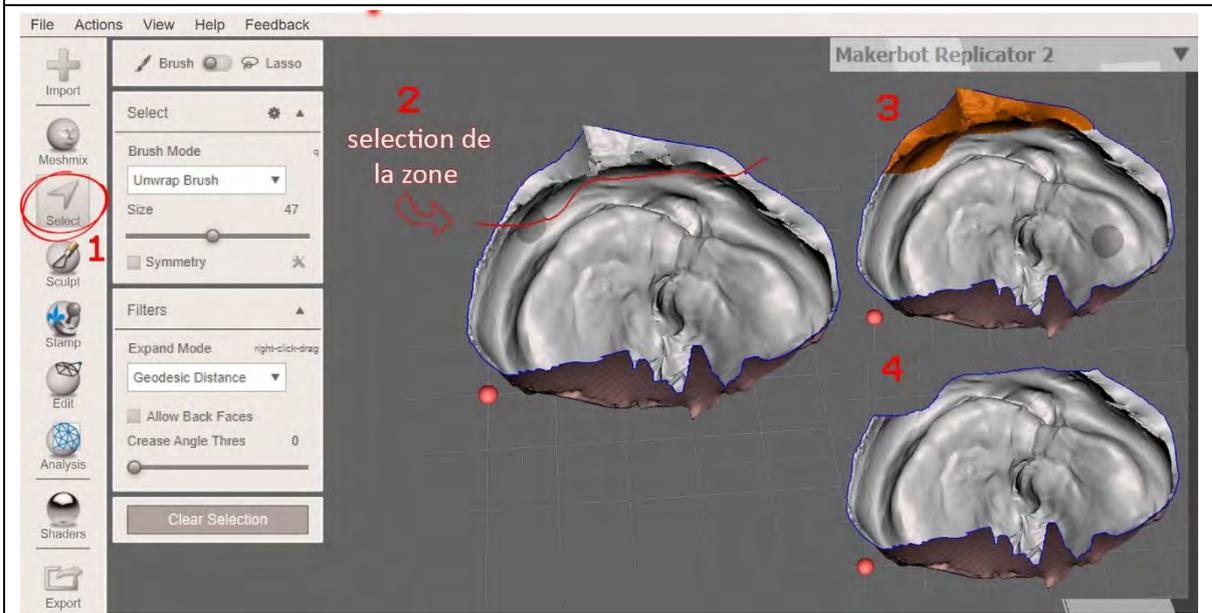


Dans le cas d'une empreinte scannée, inverser la sélection pour obtenir un modèle positif : **Select** => sélectionner la zone grise en cliquant sur un point de sa surface puis cliquer sur la touche **G** => **Edit** => **Flip Normals** (voir image 6).



Supprimer les excès de l'empreinte

Select => sélectionner les zones à supprimer => Touche **Suppr.**



Comblar la fente labio-palatine

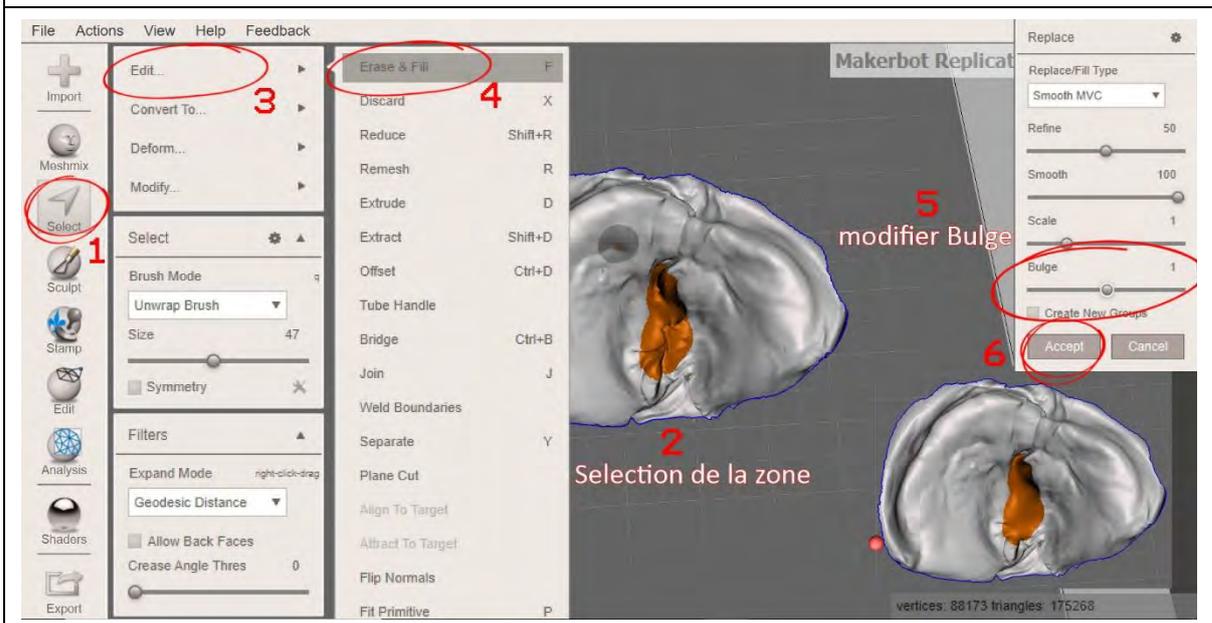
Cette étape permet de simuler la mise en place de la cire au niveau de la fente labio-palatine lors de la réalisation de la plaque de manière traditionnelle afin de normaliser la morphologie palatine.

Select => sélectionner par petites zones les parties à combler => **Edit** => **Erase & Fill**.

Modifier le **Bulge** permet d'augmenter l'épaisseur du comblement => **Accept**.

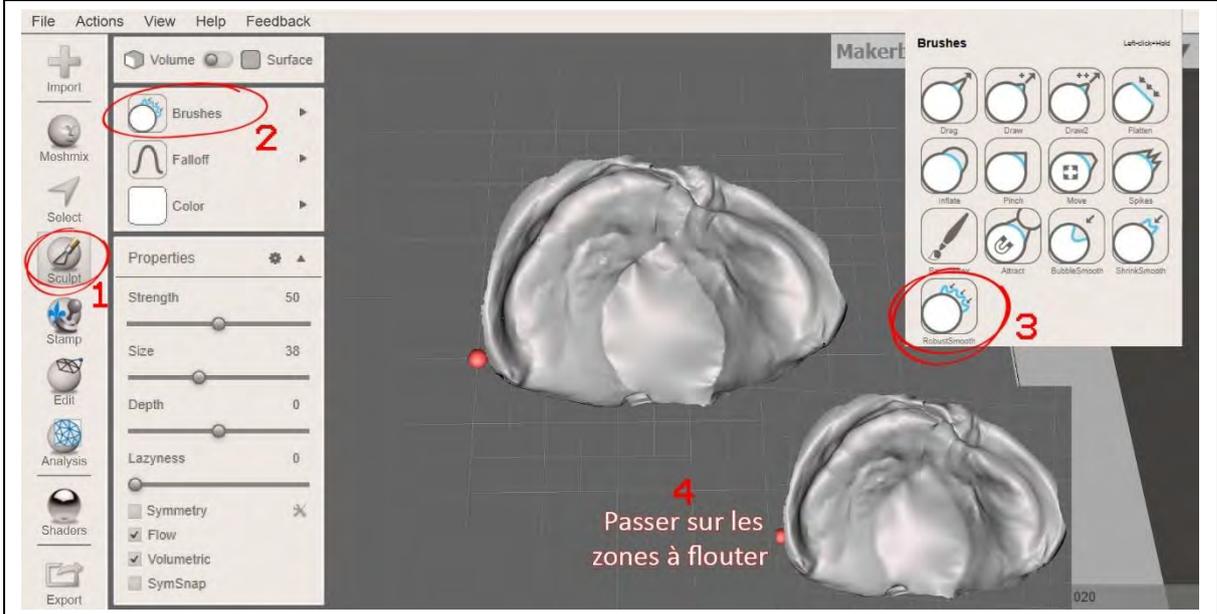
En cas d'apparition d'un « trou » => diminuer le paramètre **Scale**. Si cela ne fonctionne pas => cliquer sur **Clear Selection** et recommencer.

Poursuivre cette manœuvre jusqu'à l'obtention d'un comblement suffisant de la fente et d'éventuelles bulles ou contre-dépouilles qui empêcheraient la bonne adaptation de la plaque en bouche.



Lisser les limites

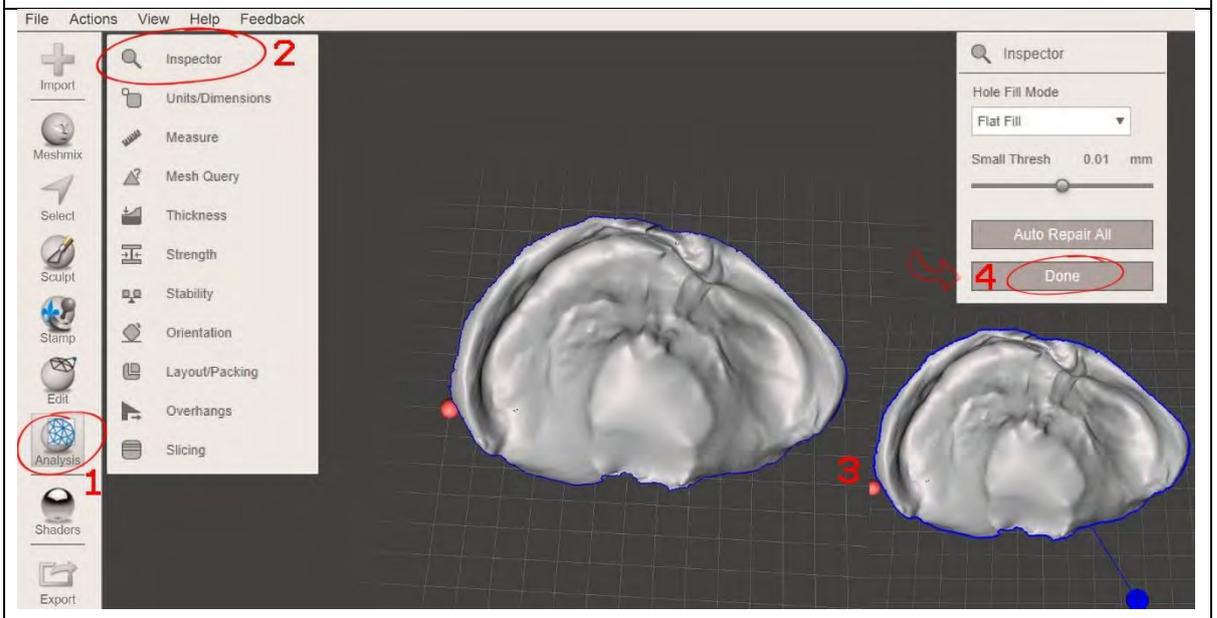
Sculpt => Brushes => sélectionner Robust Smooth => cliquer sur les zones souhaitées en faisant glisser le curseur.



Vérifier la conformité du modèle

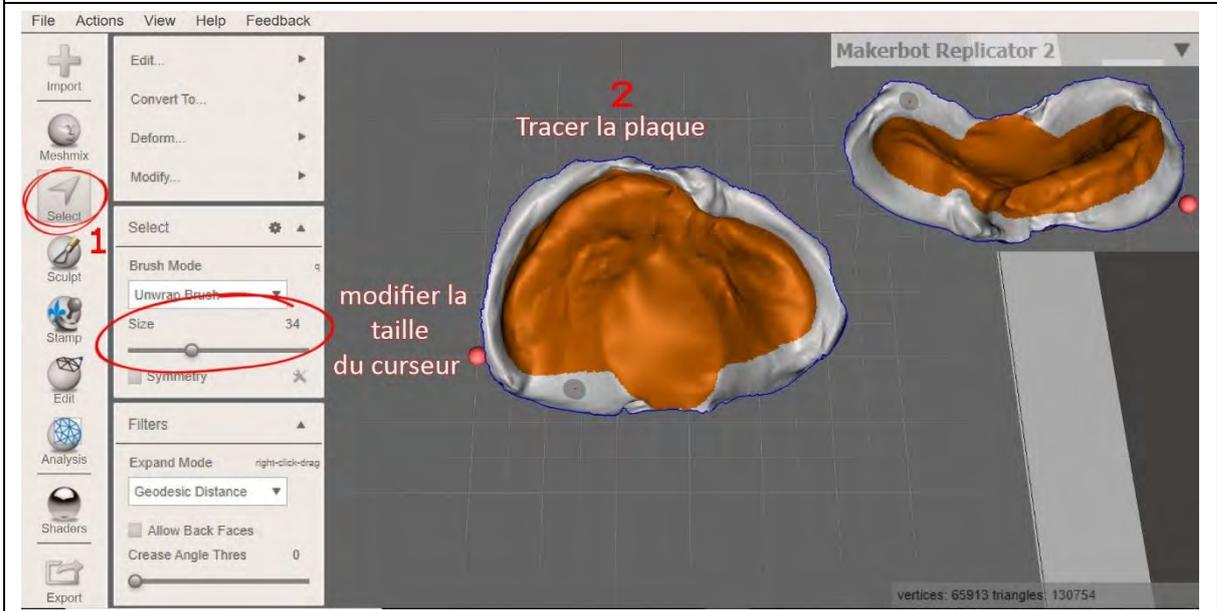
Analyse des défauts et vérification de l'absence de trous, etc...

Analysis => Inspector => Done



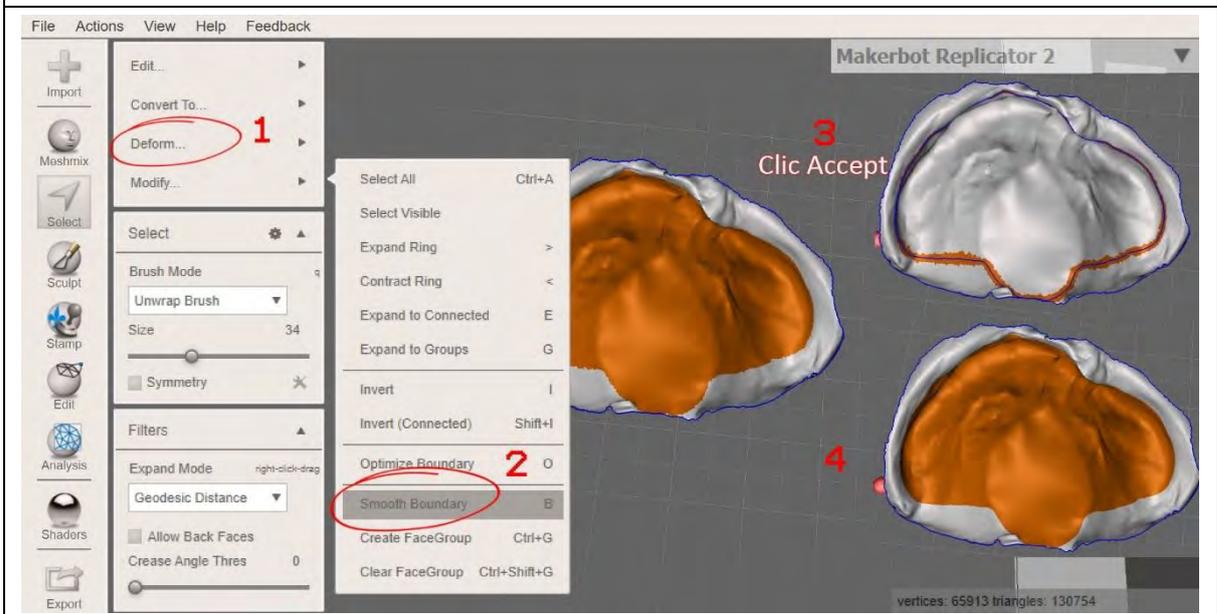
Tracer les contours de la plaque palatine

Select => tracer les contours de la plaque avec le curseur (trait orange). Adapter la taille du curseur en faisant varier le paramètre Size. Le tracé de la plaque sera de couleur orange. Supprimer une zone sélectionnée : sélectionner simultanément la zone avec le **clic Gauche** et la touche **Ctrl**.



Lisser les bords du tracé

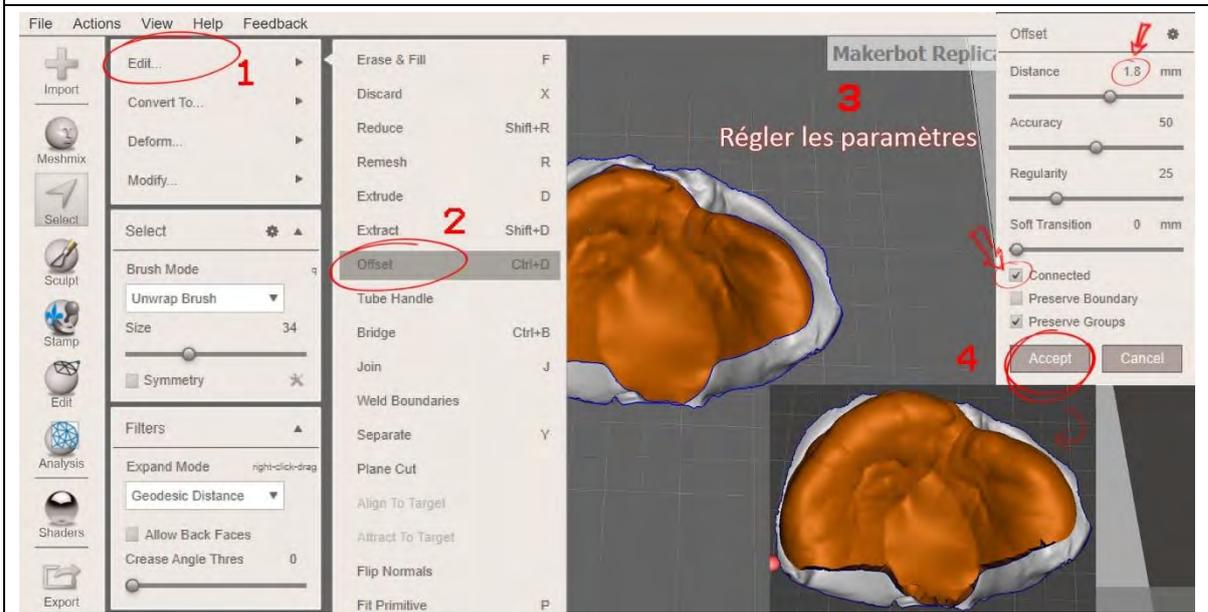
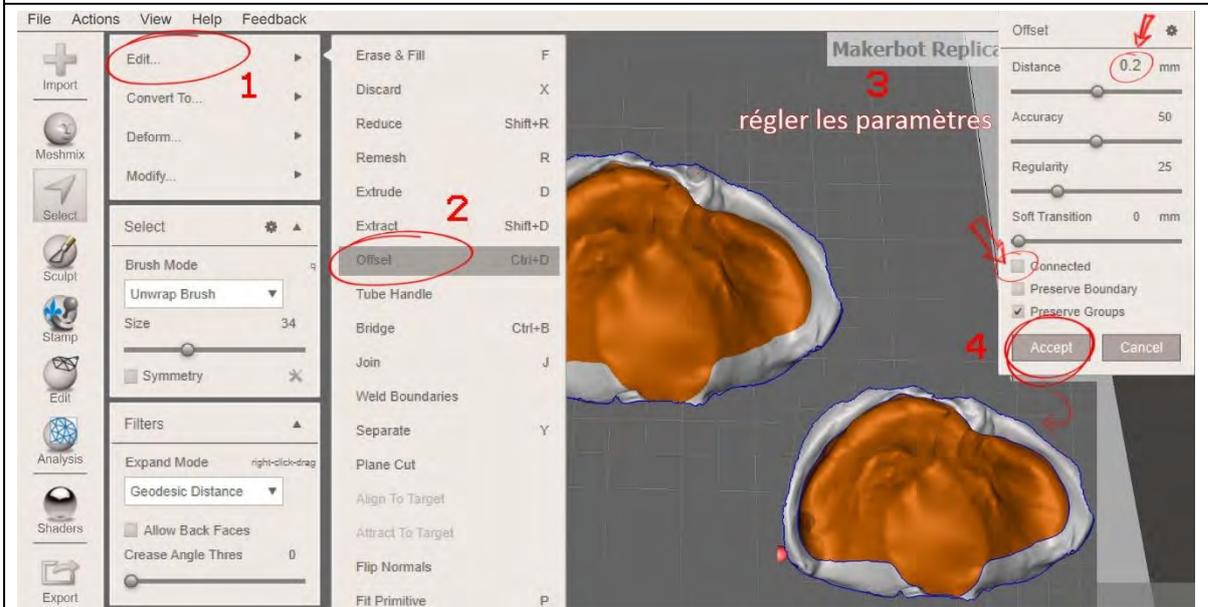
Modify => **Smooth Boundary** => **Accept**.



Réaliser la plaque

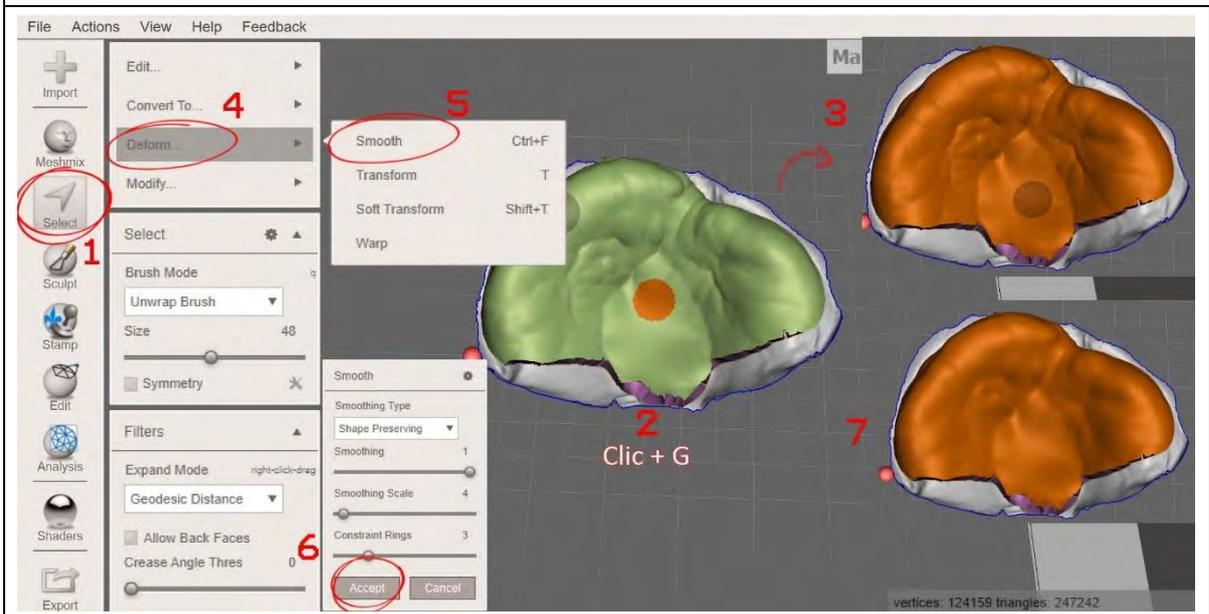
1. **Edit => Offset.** Régler les paramètres : distance **0,2mm** ; **décocher Connected => Accept.**
2. **2^{ème} Offset :** Edit => Offset. Régler les paramètres : distance **1,8mm** ; **Cocher Connected => Accept.**

Le paramètre Distance permet de déterminer l'épaisseur de la plaque.



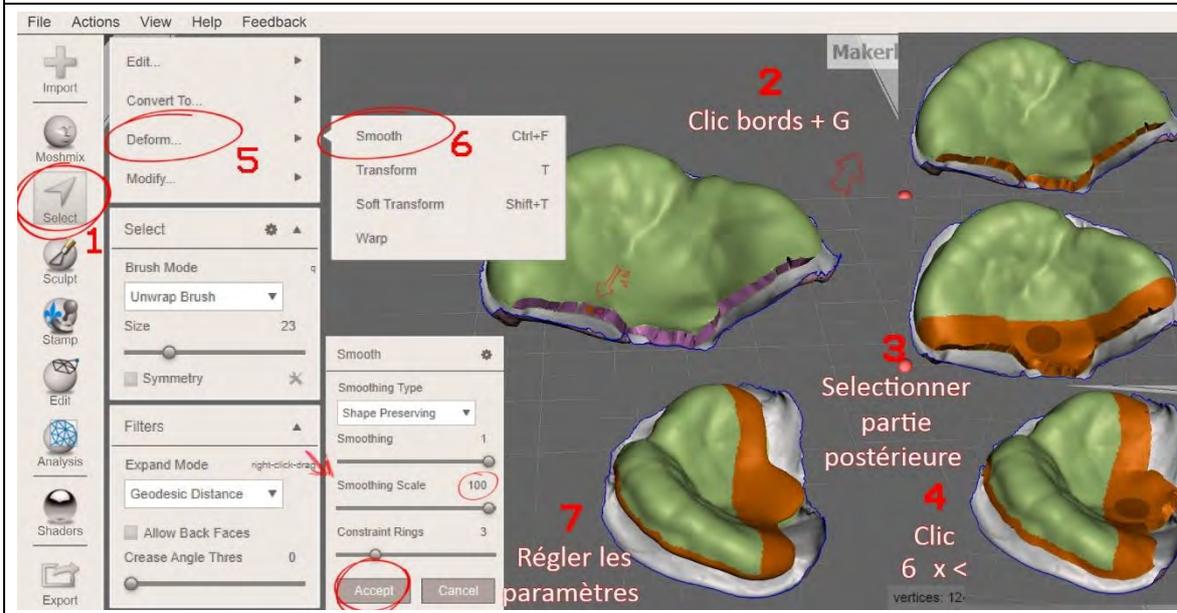
Lisser la plaque

Select => sélectionner l'extrados de la plaque (cliquer sur n'importe quel point de la surface puis sur la touche **G**). **Deform** => **Smooth** => **Accept**.



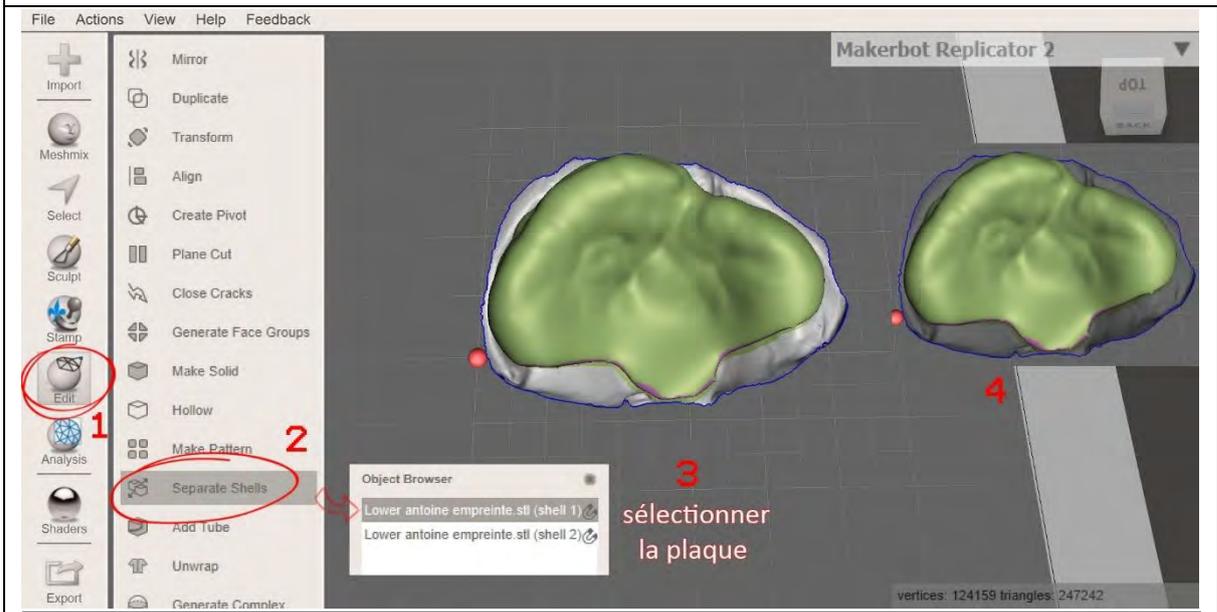
Lisser et affiner les bords de la plaque

Select : tout désélectionner => cliquer sur la tranche de la plaque puis sur **G**.
Shift + < ; environ 6 fois afin d'augmenter la sélection au niveau des bords. **Deform** => **Smooth** => augmenter le paramètre **Smoothing Scale** à 100 => **Accept**.



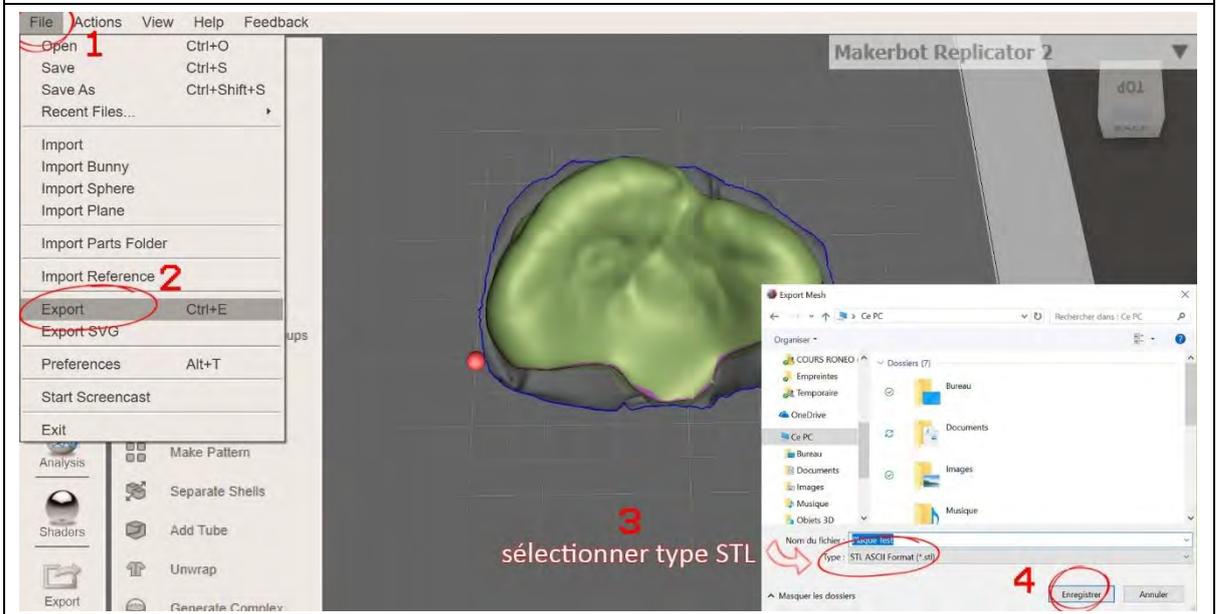
Séparer la plaque de l'empreinte

Clear selection => Edit => Separate Shells. Sélectionner seulement la plaque.



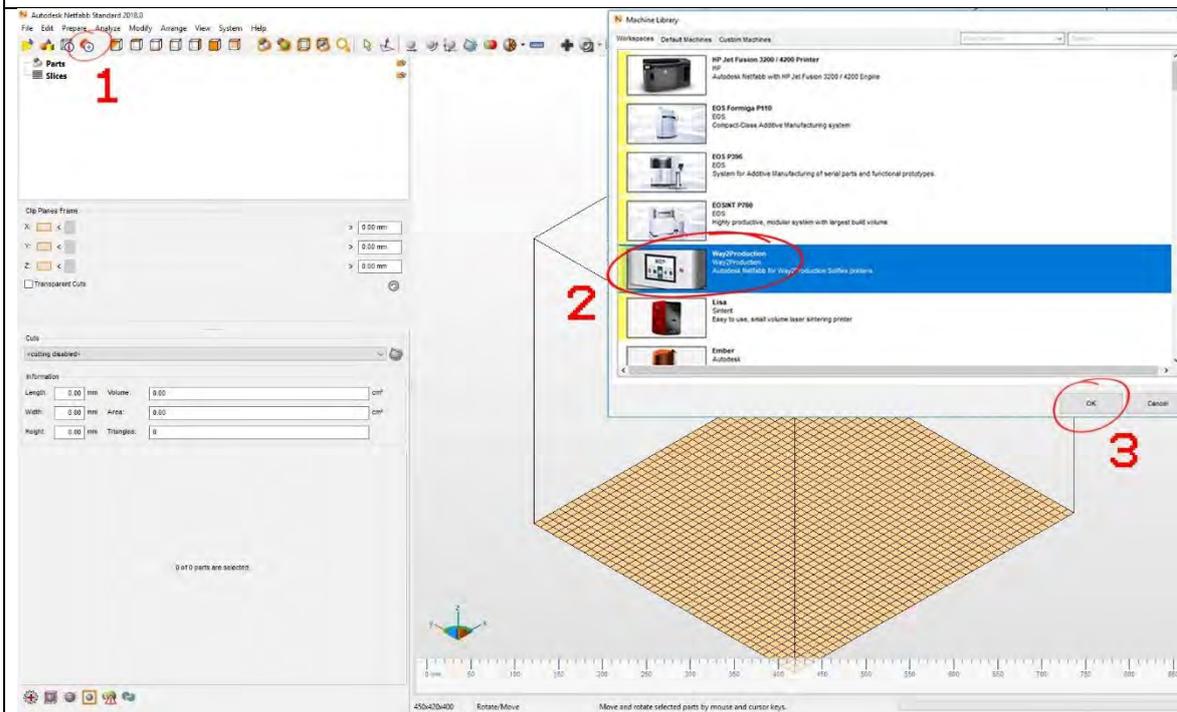
Enregistrer

File => Export. Nommer le fichier et choisir le type STL ASCII Format (.stl) => enregistrer.



Sélectionner le plateau de l'imprimante 3D :

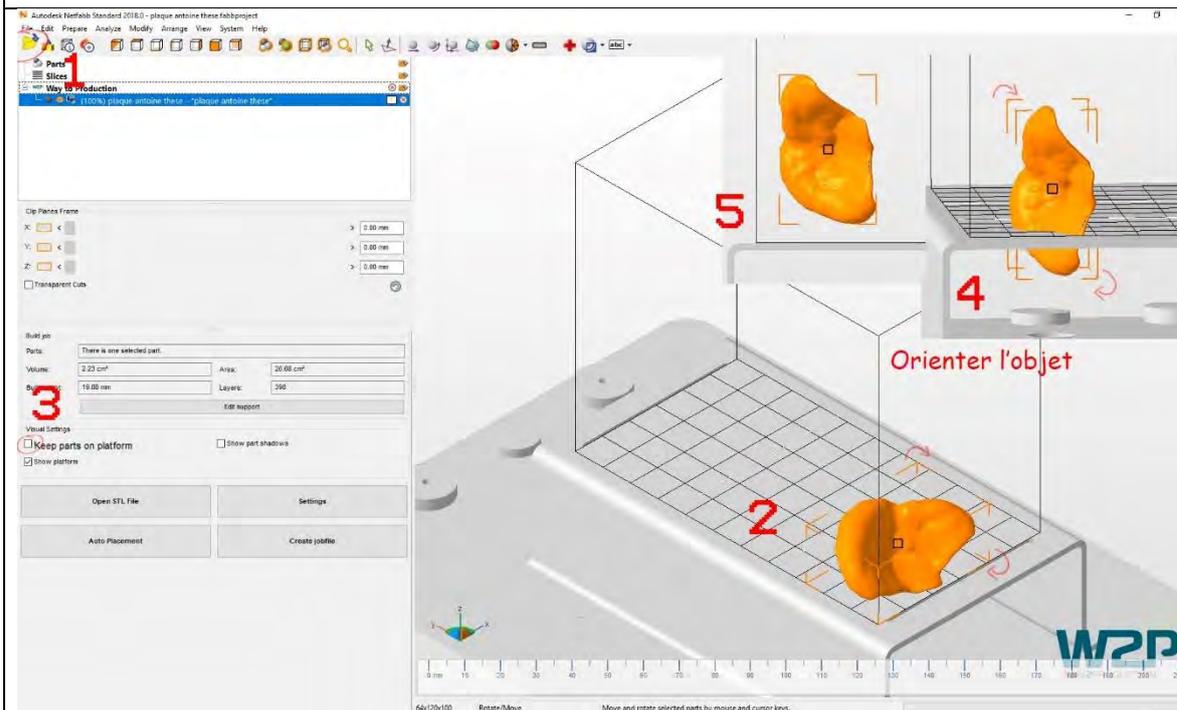
-> sélectionner **Way2production** -> OK



Ouvrir le fichier STL et orienter l'objet à imprimer :

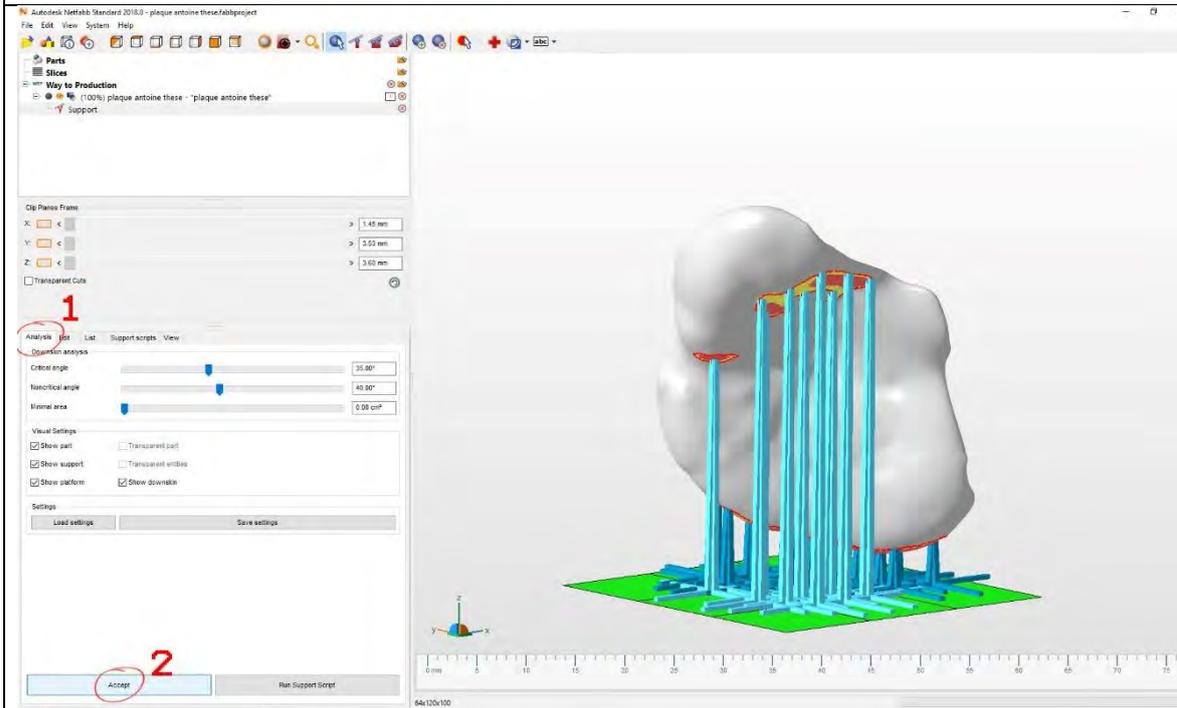
Ouvrir le fichier **STL** -> orienter l'objet **verticalement** par rapport au plateau grâce aux flèches aux extrémités de l'objet.

Décocher **Keep parts on platform** : décoller la plaque du plateau.



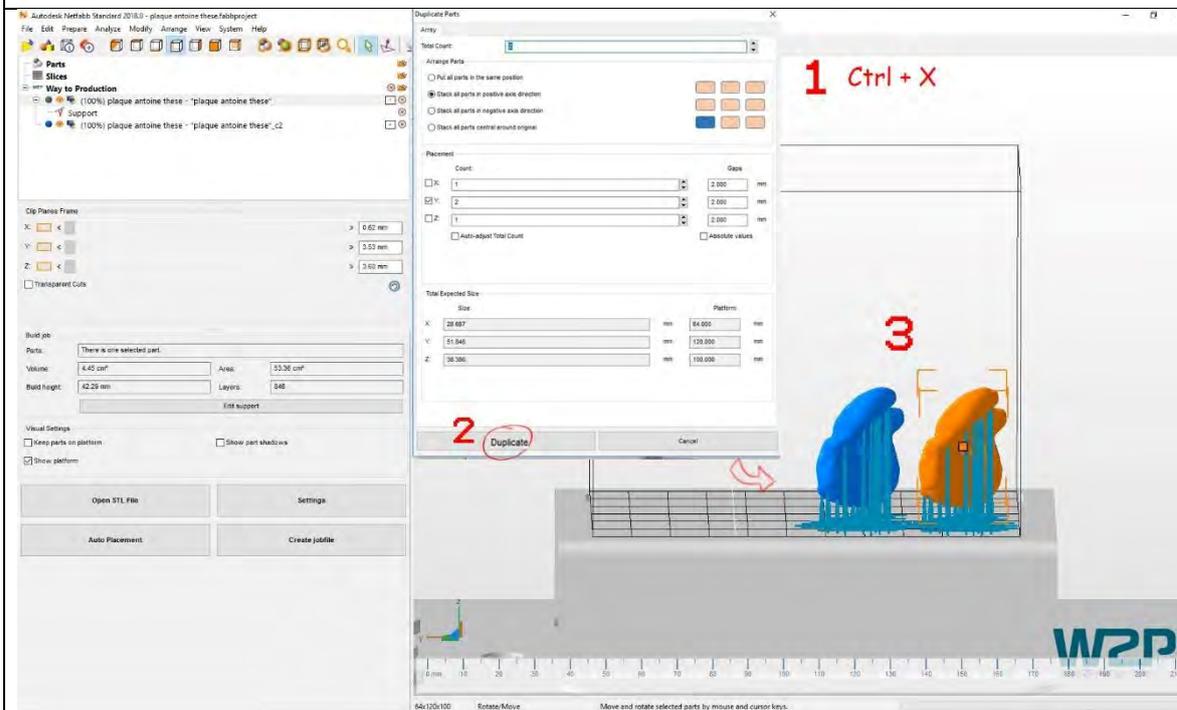
Valider les supports :

Analysis -> accept.



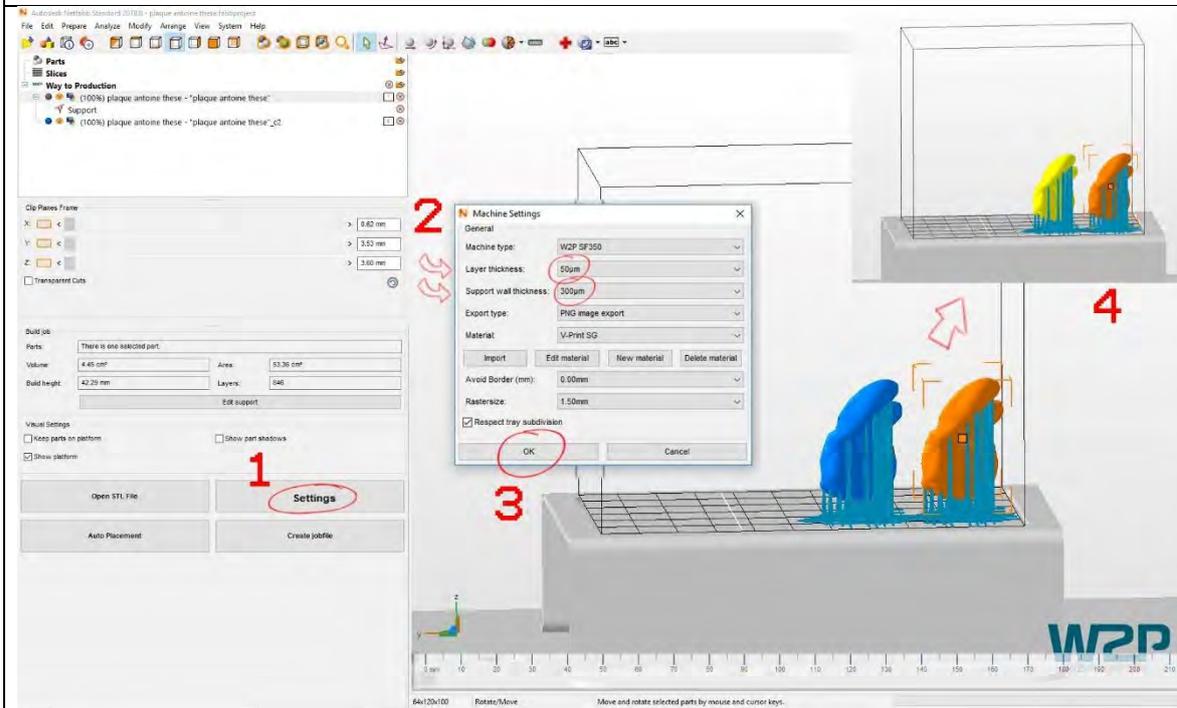
Dupliquer la plaque :

Touches du clavier **Ctrl + X** simultanément -> **Duplicate**.



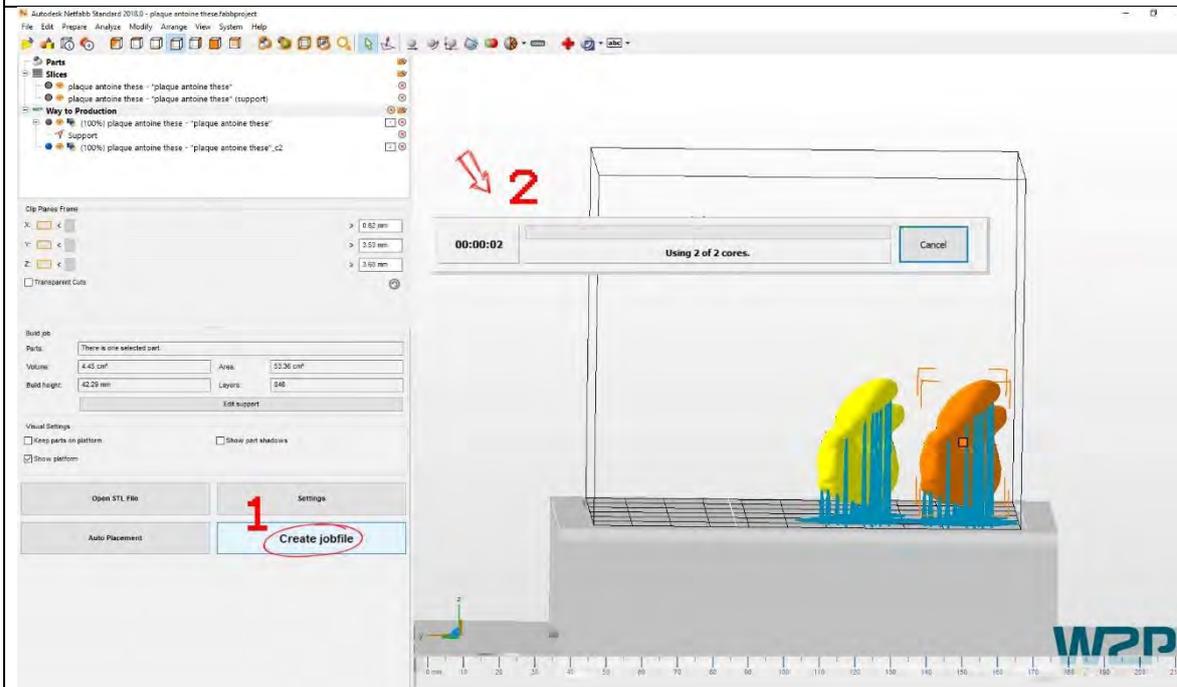
Déterminer l'épaisseur du matériau :

Setting -> modifier les paramètres : **Layer thickness** à 50µm et **Support wall thickness** à 300µm -> Ok.



Créer le fichier à imprimer :

Create jobfile -> fichier zip -> attendre la fin du chargement.



Bibliographie

1. AKNIN J-J ; *Le point sur les fentes labio-alvéolo-palatines* ; Rev Orthop Dento Faciale 2008 ;42 :391-402
2. ALZAIN I, BATWA W, CASH A, A MURSHID Z; *Presurgical cleft lip and palate orthopedics: an overview*; Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry 2017;9 53–59
3. ANDREU L ; *Elaboration d'un livret d'information sur les fentes maxillaires à l'attention des parents* ; 2013
4. BAUER F, GULL F, ROTH M, RITSCHL L, RAU A, GAU D, GRUBER M, EBLENKAMP M, HILMER B, WOLFF K, LOEFFELBEIN D; *A Prospective Longitudinal Study of Postnatal Dentoalveolar and Palatal Growth: The Anatomical Basis for CAD/CAM-Assisted Production of Cleft-Lip-Palate Feeding Plates*; Clinical Anatomy 30:846–854 (2017)
5. BERCHON M, BERTIER L, DE ROSNAY J ; *L'impression 3D* ; Eyrolles 2013, ISBN : 978-2-212-13522-0
6. BOUFFARON P ; *Impression 3D Les prémisses d'une nouvelle (r)évolution industrielle ?* ; Ambassade de France à Washington Service pour la Science et la Technologie ; Septembre 2014
7. BROTHIER J, SOENEN A ; *Evolution des guides chirurgicaux implantaires réalisés au cabinet dentaire* ; Le fil dentaire ; 16 juin 2017
8. CANTAYRE G, NASR K ; *Sept caméras d'empreintes optiques intra-orales au banc d'essai* ; Le fil dentaire ; 18 janvier 2018
9. CAZIER S, MOUSSALLY C ; *Descriptif des différents systèmes d'empreinte optique* ; Rev Odont Stomat 2013 ;42 :107-118
10. GOYAL M, CHOPRA R, BANSAL K, MARWAHA M ; *Role of obturators and other feeding interventions in patients with cleft lip and palate: a review*; European Archives of Paediatric Dentistry, February 2014, Volume 15, Issue 1, pp 1–9
11. KANAZAWA M, INOKOSHI M, MINAKUCHI S, OHBAYASHI N; *Trial of a CAD/CAM system for fabricating complete dentures*; Dental Materials Journal 2011; 30(1): 93–96
12. KOGO M, OKADA G, ISHII S, SHIKATA M, LIDA S, MATSUYA T; *Breasts feeding for cleft lip and palate patients, using the Hotz-Type plate*; Cleft Palate-Craniofacial Journal; July 1997, Vol. 34 No.
13. KREY KF, RATZMANN A, METELMANN H, HARTMANN M, RUGE S, KORDAB B; *Fully digital workflow for presurgical orthodontic plate in cleft lip and palate patients*; Int J comput dent. 2018 ;21(3) :251-259

14. MARIN L, RIALLIN M, PALMADA E, SIXOU JL ; *Trisomie 21 et thérapie fonctionnelle précoce par plaque palatine* ; Le fil dentaire ; 6 mai 2013
15. MISSLAND J. ; *La plaque palatine obturatrice dans la prise en charge de la fente labiopalatine unilatérale en France et en Allemagne* ; 2016
16. NOIRRIT-ESCLASSAN E, POMAR P, ESCLASSAN R, TERRIE B, GALINIER P, WOISARD V ; *Plaques palatines chez le nourrisson porteur de fente labiomaxillaire* ; EMC ; 22-066-B-55
17. PELISSIER B, DURET E, REY P ; *La caméra optique condor® : outil clinique indispensable* ; Le fil dentaire ; 23 mars 2017
18. RIBEIRO P, DE LADEIRA S, ALONSO N; *Protocols in Cleft Lip and Palate Treatment: Systematic Review*; Plastic Surgery International, Volume 2012, Article ID 562892, 9 pages
19. RITSCHL L, RAU A, GULL F, DIBORA B, WOLFF K, SCHONBERGER M, BAUER F, WINTERMANTEL E, DENYS J. LOEFFELBEIN; *Pitfalls and solutions in virtual design of nasoalveolar molding plates by using CAD/CAM technology A preliminary clinical study*; Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery 44 (2016) 453e459; 2016
20. SIMON E, DUROURE F, COING C. SELLAL S, CHASSAGNE J-F., STRICKER M. ; *Principes de prise en charge des fentes labio-maxillo-palatines unilatérales totales : Propositions de protocole* ; Orthod Fr 2004 ;75 :229-241
21. TURNER L, JACOBSEN C, HUMENCZUK M, SINGHAL V. K, MOORE D, BELL H; *The Effects of Lactation Education and a Prosthetic Obturator Appliance on Feeding Efficiency in Infants With Cleft Lip and Palate*; Cleft Palate–Craniofacial Journal, September 2001, Vol. 38 No. 5
22. YU Q, DDS, MDS, GONG X, DDS, MDS, SHEN G, DDS, MDS, PhD; *CAD presurgical nasoalveolar molding effects on the maxillary morphology in infants with UCLP*; Oral and maxillofacial surgery, Vol. 116 No. 4 October 2013

Sites Web :

23. http://data.laboshop.com/fileadmin/media/sdb/70641_sdb_enu.pdf
24. <http://www.meshmixer.com/>
25. <https://www.autodesk.com/products/netfabb/overview>
26. <https://www.voco.dental/fr/digital/impression-3d/imprimantes-3d/solflex-650-350>
27. <https://www.voco.dental/fr/digital/materiaux/materiaux-dimpression-3d/v-print-ortho.aspx>

FABRICATION DES PLAQUES PALATINES PAR CFAO VERSUS CONVENTIONNELLEMENT

RESUME : Certaines équipes pluridisciplinaires ont recours à la réalisation d'orthèses palatines néonatales en attendant la fermeture chirurgicale des fentes vélopalatines. Conventionnellement réalisées en polyméthacrylate de méthyl, la CFAO ouvre aujourd'hui de nouvelles perspectives. Malgré l'investissement financier important et l'apprentissage de la manipulation des logiciels de conception et d'impression, la fabrication de ces plaques obturatrices par CFAO permettrait un gain de précision ainsi qu'un archivage facilité. Nous avons réalisé une fiche technique ainsi qu'une vidéo tutoriel de modélisation et d'impression 3D d'une plaque palatine afin de faciliter sa réalisation par les prothésistes dentaires et les chirurgiens-dentistes.

TITLE : Manufacturing palatal plates by CAD/CAM versus conventionally

SUMMARY : Some multidisciplinary teams use neonatal palatal plates until the velopalatal clefts are surgically closed. Conventionally made of polymethyl methacrylate, CAD/CAM is now opening up new opportunities. Despite the significant financial investment and the need to train for new design and printing software, manufacturing palatal plates by CAD/CAM would enable better accuracy and easier archiving. We have therefore created both a technical sheet and a modeling and 3D printing tutorial video in order to facilitate its realization by dental technicians and dentists.

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : Odontologie pédiatrique, Prothèse

MOTS CLES : Conception et fabrication assistée par ordinateur (CFAO) ; plaque palatine ; impression 3D ; fente labiale et palatine.

INTITULE ET ADRESSE DE L'UFR OU DU LABORATOIRE :

Université Toulouse III Paul Sabatier

Faculté de Chirurgie Dentaire, 3 chemin des Maraîchers, 31062 Toulouse Cedex 9

Directrice de thèse : Docteur Emmanuelle NOIRRIT-ESCLASSAN