

**UNIVERSITE DE LILLE**  
**FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE**

Année de soutenance : 2023

N°:

THESE POUR LE  
**DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE**

Présentée et soutenue publiquement le 16 NOVEMBRE 2023

Par Léa GARIN

Née le 23/02/1998 à Maubeuge

**Réalisation de vidéos pédagogiques illustrant la cinétique  
mandibulaire à l'aide de l'outil MODJAW pour la Faculté  
d'Odontologie de Lille**

**JURY**

Président :	Monsieur le Professeur Thomas Colard
Assesseurs :	Madame le Docteur Mathilde Savignat
	Monsieur le Docteur Jérôme Vandomme
	<u>Madame le Docteur Amélie de Broucker</u>

Président de l'Université :	Pr. R. BORDET
Directrice Générale des Services de l'Université :	M-D. SAVINA
Doyen UFR3S :	Pr. D. LACROIX
Directrice des Services d'Appui UFR3S :	G. PIERSON
Doyen de la faculté d'Odontologie – UFR3S :	Pr. C. DELFOSSE
Responsable des Services :	N. RICHARD
Responsable de la Scolarité :	G. DUPONT

## **PERSONNEL ENSEIGNANT DE LA FACULTE.**

### **PROFESSEURS DES UNIVERSITES :**

K. AGOSSA	Parodontologie
<b>P. BOITELLE</b>	Responsable du Département de <b>Prothèses</b>
T. COLARD	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
<b>C. DELFOSSE</b>	<b>Doyen de la faculté d'Odontologie – UFR3S</b> Odontologie Pédiatrique
<b>E. DEVEAUX</b>	Responsable du Département de <b>Dentisterie</b> <b>Restauratrice Endodontie</b>

## MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES :

T. BECAVIN	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
A. BLAIZOT	Prévention, Épidémiologie, Économie de la Santé, Odontologie Légale.
<b>F. BOSCHIN</b>	Responsable du Département de <b>Parodontologie</b>
<b>C. CATTEAU</b>	Responsable du Département de <b>Prévention, Épidémiologie, Économie de la Santé, Odontologie Légale.</b>
X. COUTEL	Biologie Orale
A. de BROUCKER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
M. DEHURTEVENT	Prothèses
T. DELCAMBRE	Prothèses
C. DENIS	Prothèses
F. DESCAMP	Prothèses
M. DUBAR	Parodontologie
A. GAMBIEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
F. GRAUX	Prothèses
M. LINEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
T. MARQUILLIER	Odontologie Pédiatrique
G. MAYER	Prothèses
<b>L. NAWROCKI</b>	Responsable du Département de <b>Chirurgie Orale</b> Chef du Service d'Odontologie A. Caumartin - CHRU Lille
<b>C. OLEJNIK</b>	Responsable du Département de <b>Biologie Orale</b>
P. ROCHER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
L. ROBBERECHT	Dentisterie Restauratrice Endodontie
<b>M. SAVIGNAT</b>	Responsable du Département des <b>Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux</b>
<b>T. TRENTESAUX</b>	Responsable du Département d' <b>Odontologie Pédiatrique</b>
J. VANDOMME	Prothèses

### **Réglementation de présentation du mémoire de Thèse**

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

**Aux membres du jury,**

**Monsieur le Professeur Thomas COLARD**

**Professeur des Universités – Praticien Hospitalier**

*Section Réhabilitation Orale*

*Département Sciences Anatomiques*

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur au Muséum National d'Histoire Naturelle en Anthropologie Biologique

Chargé de mission Recherche

*Je vous remercie de l'honneur que vous me faites en ayant accepté de présider cette thèse. Veuillez trouver dans ce travail l'inspiration de votre savoir.*

*Je vous prie d'agréer, Monsieur Colard, l'expression de ma plus profonde gratitude et de mon respect sincère.*

**Madame le Docteur Mathilde SAVIGNAT**

**Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier**

*Section de Réhabilitation Orale  
Département Sciences Anatomiques*

Docteur en Chirurgie Dentaire  
Docteur en Odontologie de l'Université de Lille 2  
Master Recherche Biologie Santé - Spécialité Physiopathologie et Neurosciences

Responsable du Département des Sciences Anatomiques

Chargée de mission PASS - LAS

*C'est un honneur pour moi de vous compter dans mon jury de thèse, je vous en remercie.*

*Ayant été monitrice des sciences anatomiques à vos côtés, vous m'avez appris à transmettre mes connaissances. Concrétiser mes études en réalisant une thèse pédagogique était pour moi une évidence. Je vous remercie d'avoir contribué à l'élaboration de ce sujet.*

**Monsieur le Docteur Jérôme VANDOMME**

**Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier**

*Section de Réhabilitation Orale*

*Département Prothèses*

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur en Biologie de l'Université de Lille 2

Master II Biologie Santé

Master I des Sciences Biologiques et Médicales

Chargé de Mission Nouvelles Technologies

*Je vous remercie d'être présent aujourd'hui et d'avoir accepté de siéger dans mon jury de thèse.*

*Je vous suis très reconnaissante de m'avoir consacré cette année une bonne partie de votre temps, de m'avoir guidé au mieux dans l'avancée de mon projet et pour votre aide lors de la réalisation de mes manipulations.*

*Votre professionnalisme, votre savoir et votre appui ont été déterminants dans la réussite de cette thèse.*

**Madame le Docteur Amélie de BROUCKER**  
**Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier**

*Section de Réhabilitation Orale  
Département Sciences Anatomiques*

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur de l'Université de Lille 2

Chargée de mission Vie de campus et relations étudiants

*Docteur de Broucker, je tenais tout d'abord à vous remercier d'avoir répondu présente rapidement lorsque je vous ai demandé d'être ma directrice de thèse. Je voulais également vous remercier d'avoir pensé à moi quand l'idée de créer des vidéos pédagogiques pour vos enseignements vous est venu en tête. Merci de vous être rendue disponible tout au long de l'année, d'avoir été à l'écoute. Merci pour votre bienveillance, votre bonne humeur et votre spontanéité. Votre appui sans faille ainsi que votre savoir ont été déterminants dans la réussite de cette thèse.*

## Table des matières

<b>1. Introduction</b>	<b>13</b>
<b>2. Intérêt de la réalisation de supports pédagogiques virtuels</b>	<b>14</b>
2.1. Pyramide de l'apprentissage	14
2.2. Les différentes méthodes d'apprentissages	15
2.2.1. Apprentissage visuel	16
2.2.2. Apprentissage auditif ou verbal	16
2.2.3. Apprentissage par l'écriture et la lecture	16
2.2.4. Apprentissage kinesthésique	16
<b>3. Matériel</b>	<b>19</b>
3.1. Conception des vidéos	19
3.2. Le MODJAW®	19
3.2.1. Présentation	19
3.2.1.1. Le CART M-JEE	19
3.2.1.2. Le stylet TALLY	20
3.2.1.3. Le casque TIARA	21
3.2.1.4. Marqueur mandibulaire SMIL'T accompagné d'une fourchette	21
3.3. L'empreinte optique	21
3.4. LE CBCT (Cone Beam Computed Tomography)	23
3.5. Logiciels utilisés	23
3.5.1. MeshLab 2022.02	23
3.5.2. MeshMixer	23
3.5.3. iMovie	23
<b>4. Méthodes</b>	<b>24</b>
4.1. Protocole de fonctionnement du Modjaw	24
4.1.1. Création du fichier patient	24
4.1.2. Importation des modèles initiaux en 3D	24
4.1.3. Identification des points de référence et du dentalé	25
4.1.4. Calibrage de la TIARA	26
4.1.5. Mise en place des composants	27
4.1.5.1. La fourchette	27
4.1.5.2. Le SMIL'T ou papillon	28
4.1.5.3. LA TIARA	28
4.1.6. Positionnement de la caméra	29
4.1.7. Acquisition des points de référence extra-oraux sur notre patient	30
4.1.8. Acquisition des points de référence intra-oraux sur notre patient	30
4.1.9. Enregistrement de la position d'occlusion reproductible	31

4.1.10.	Enregistrement des cinématiques mandibulaires .....	31
4.2.	Utilisation du logiciel MeshMixer .....	34
4.3.	Utilisation du logiciel MeshLab 2022.02 .....	36
4.4.	Utilisation du logiciel iMovie .....	38
<b>5.</b>	<b><i>Diffusion des vidéos pédagogiques</i></b> .....	<b>40</b>
<b>6.</b>	<b><i>Discussion</i></b> .....	<b>48</b>
6.1.	Avantages de l'élaboration des vidéos pédagogiques.....	48
6.2.	Limites des vidéos pédagogiques.....	49
<b>7.</b>	<b><i>Conclusion</i></b> .....	<b>50</b>
	<b><i>Table des illustrations</i></b> .....	<b>51</b>
	<b><i>Références bibliographiques</i></b> .....	<b>54</b>

## **LEXIQUE :**

**ATM** : Articulation temporo-mandibulaire

**PASS** : Parcours d'accès spécifique santé

**LAS** : Licence « accès santé »

**CBCT** : Cone Beam Computed Tomography

**CHU** : Centre hospitalo-universitaire

**ELI** : Espace libre d'innocclusion

**ICM** : Intercuspidie maximale

## 1. Introduction

L'occlusodontie fait partie d'une des disciplines complexes de la chirurgie dentaire. Elle porte une place importante dans la pratique quotidienne au cabinet [1]. Elle consiste en l'analyse des troubles de l'occlusion ainsi que des troubles de l'articulation temporo mandibulaire (ATM).

L'ATM est une articulation en suspension tridimensionnelle soutenue par le biais de ligaments extrinsèques. Celle-ci ne présente aucune congruence anatomique osseuse. Son activité dépend uniquement de l'occlusion dentaire à la déglutition et à la mastication, ce qui représente moins d'une heure par jour. Toutefois, c'est durant ces fonctions qu'elle reçoit les plus fortes contraintes positionnelles en compression [1].

Dans l'optique d'améliorer la compréhension des mouvements mandibulaires complexes et de faciliter l'apprentissage des concepts liés à la dynamique occlusale, l'idée de réaliser des vidéos à visée pédagogique a vu le jour.

Ces supports pédagogiques auront pour objectif de créer des ressources visuelles interactives pour les enseignements d'occlusodontie et d'anatomie dentaire fonctionnelle dispensés à la Faculté d'Odontologie de Lille.

Les étudiants concernés par ces supports, feront essentiellement parti du premier cycle des études d'Odontologie.

Depuis la réforme concernant le concours d'admission en deuxième année de chirurgie dentaire (PASS / LASS), les étudiants choisissant l'option Odontologie bénéficient d'un enseignement spécifique en médecine bucco-dentaire. Ces supports pédagogiques serviront à illustrer le cours intitulé « Anatomie descriptive et fonctionnelle des dents humaines ».

De plus, dans le cadre des cours d'occlusodontie, les étudiants en deuxième, troisième et quatrième année sont également concernés par l'usage de ces supports. Ils permettront une meilleure compréhension et analyse des mouvements dans l'espace grâce à la visualisation de ceux-ci en 3 dimensions.

Dans un premier temps, nous nous intéresserons à l'intérêt de la réalisation des supports pédagogiques virtuels.

Puis, le matériel utilisé pour réaliser nos supports sera explicité ainsi que le protocole de fonctionnement de chaque outil.

Enfin, la publication des QR codes ainsi que les liens des vidéos pédagogiques mises en ligne sur la plateforme de l'Université seront diffusés.

## 2. Intérêt de la réalisation de supports pédagogiques virtuels

En Odontologie, les innovations technologiques et plus particulièrement celles concernant les innovations numériques virtuelles permettent une large possibilité quant aux choix des méthodes d'apprentissage utilisées. Il est important d'optimiser, d'actualiser et de moderniser les supports pédagogiques dans le but d'améliorer la compréhension et ainsi l'assimilation de nos enseignements.

### 2.1. Pyramide de l'apprentissage

La pyramide de l'apprentissage fut décrite pour la première fois par Dale en 1946. Elle a pour objectif de classer les différents modes d'apprentissage en fonction de leur degré d'abstraction [2].

En 1969, il segmente sa pyramide en 3 modes (Fig.1).

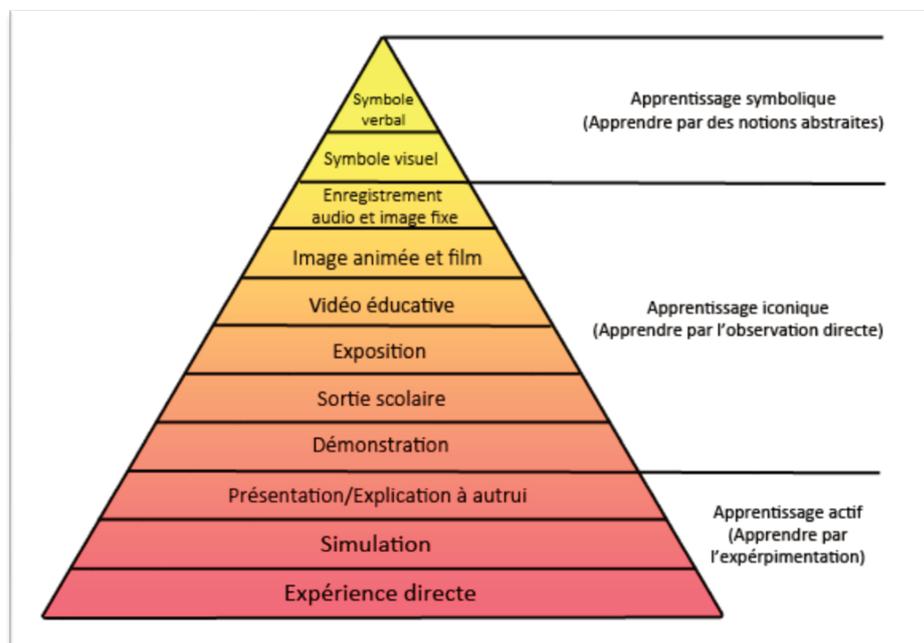


Figure 1 : Pyramide d'apprentissage par Dale en 1969 [2]

On remarque que Dale avait relevé le potentiel des supports audiovisuels, cependant les innovations de l'époque ne permettaient pas forcément un résultat de qualité.

En 2004, la pyramide d'apprentissage de Dale est qualifié de « modèle influent et largement utilisé pour la planification et l'utilisation des médias pédagogiques » [3].

En 2013, une équipe de scientifiques américains a modifié la pyramide d'apprentissage ; cette fois les multimédias y ont été intégrés (Fig.2).

Sur le même principe que le cône précédent, la base correspond aux méthodes d'apprentissage les plus concrètes par rapport à la pointe de la pyramide où nous trouvons les méthodes les plus abstraites [3].

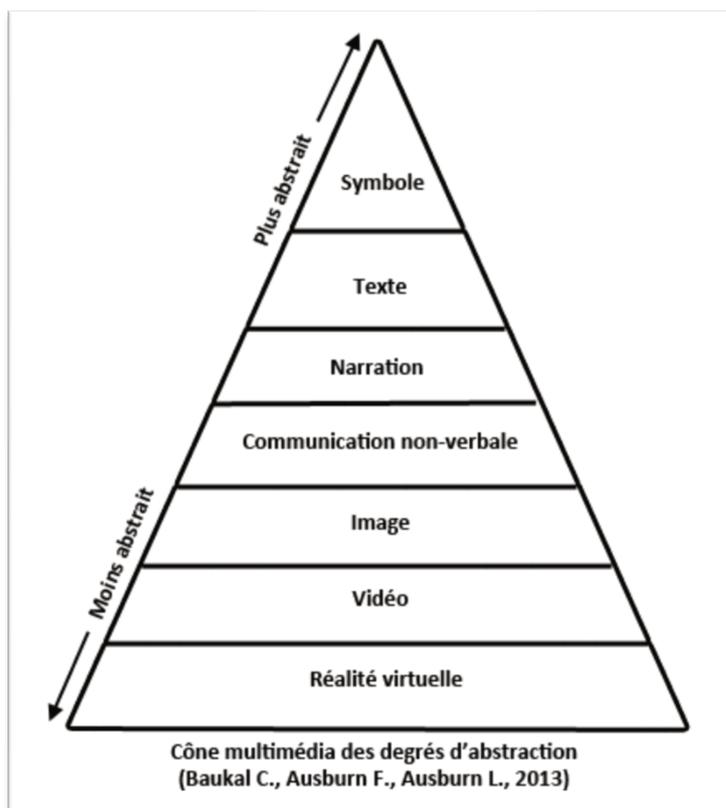


Figure 2 : Pyramide d'apprentissage de Dale actualisé en 2013 ; traduit en français [3]

On peut constater que la place des vidéos fait partie des notions les plus concrètes juste après la réalité virtuelle, technologie en cours d'innovation.

## 2.2. Les différentes méthodes d'apprentissages

Le style d'apprentissage appartient à chacun, il dépend des aspects cognitifs, affectifs et physiologiques de l'individu mais également des habitudes et des capacités du sujet. Chaque étudiant possède sa propre méthode de travail.

La méthode d'analyse VARK, modifiée par Fleming en 1992 va être utilisée pour classer les méthodes d'apprentissages en 4 groupes : Visuel, Auditif, Lire et Écrire, Kinesthésique [4].

### 2.2.1. Apprentissage visuel

L'apprentissage visuel convient aux étudiants qui apprennent en observant, en regardant. Ils utilisent la « vue » en sens dominant. Ils préfèrent apprendre sur des clichés, des films, des schémas, des tableaux ou des graphiques [4].

### 2.2.2. Apprentissage auditif ou verbal

Les apprenants auditifs acquièrent leurs connaissances en écoutant les choses. Ils utilisent « l'ouïe » en sens dominant. Ils auront plus de facilité à mémoriser en assistant à des cours magistraux, des conférences, à l'écoute d'enregistrement.

Un fond musical peut faciliter la mémorisation et la capacité à retenir les informations données [4].

### 2.2.3. Apprentissage par l'écriture et la lecture

Cet apprentissage est centré sur la répétition. L'étudiant réorganise à sa manière les informations qu'il a perçu sous forme de fiches récapitulatives ou brouillons.

### 2.2.4. Apprentissage kinesthésique

Le sujet intègre mieux les informations en appliquant, expérimentant ou s'exerçant.

Cet apprentissage est minoritaire face aux 3 autres.

Les travaux pratiques seront des cours plus concrets pour les étudiants kinesthésiques par rapport aux cours magistraux.

L'apprentissage visuel est présent à 60/ 65 % dans la population générale, l'auditif à 35 % et l'apprentissage kinesthésique à 5% environ [5].

Globalement l'apprentissage d'une notion est facilité par des images, des photographies ou des démonstrations.

La majorité des étudiants utilise plusieurs types d'apprentissages pour obtenir une méthode de travail optimale : l'apprentissage multimodal (Fig.3).



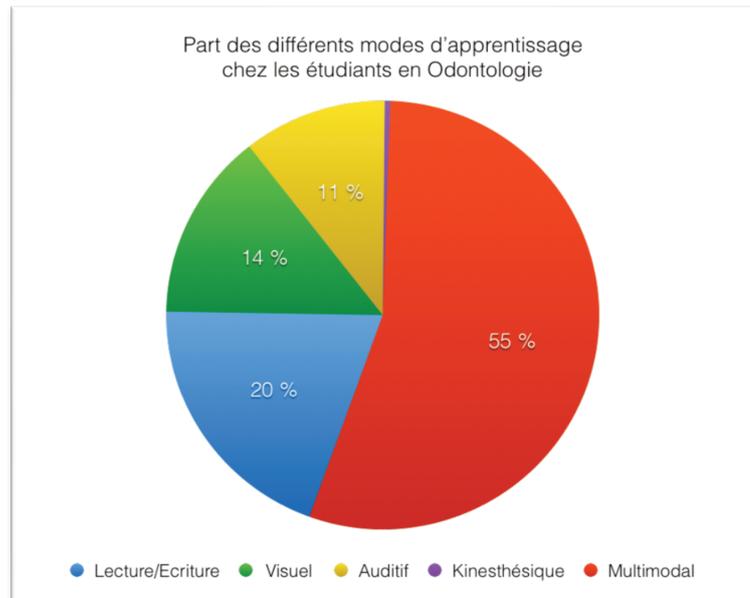
*Figure 3 : Schéma des différents modes d'apprentissage selon Fleming [6]*

Une étude universitaire menée de 2011 à 2015 dans le domaine de la chirurgie orale montre que 94% des participants préfèrent les démonstrations cliniques aux cours magistraux, quel que soit leur mode d'apprentissage [7].

Les études divergent concernant le style d'apprentissage principalement utilisé chez les étudiants en chirurgie dentaire.

L'analyse d'une seconde étude américaine datant de 2003 montre que la majorité des étudiants apprennent plus efficacement à l'aide de plusieurs modes d'enseignements pour un cours. Cette étude a été menée sur un échantillon de 31 243 participants comprenant des étudiants de quatre classes différentes d'une école de dentisterie [8].

Les résultats de cette étude montrent une prépondérance de l'apprentissage visuel et par la "lecture/écriture" chez les étudiants en chirurgie dentaire. Environ 55% des interrogés utilisent un apprentissage multimodal (Fig.4).



*Figure 4 : Parts des différents modes d'apprentissage chez les étudiants en Odontologie selon l'article "Student learning preferences and teaching implications" [8]*

Cependant, parmi les étudiants en odontologie favorisant un seul mode d'apprentissage, la "lecture/écriture" prédomine chez 1 étudiant sur 2, 1 étudiant sur 3 serait apprenant visuel, alors que l'apprentissage auditif serait majoritaire pour 1 étudiant sur 5, et enfin l'apprentissage kinesthésique conviendrait à 1 étudiant sur 100 [8].

#### 2.2.5. Le connectivisme et le cognitivisme

Le connectivisme est considéré comme un modèle d'apprentissage qui s'appuie sur les nouvelles technologies. Il permet grâce à divers outils numériques de faire le lien entre les différents domaines de la dentisterie pour faciliter la communication, la motivation ainsi que la créativité de l'étudiant [9].

On peut également s'inspirer du cognitivisme. Cette méthode va chercher à faciliter l'apprentissage qui s'adapte également aux nouvelles technologies. L'étudiant se rendra actif dans son apprentissage, en exploitant du contenu disponible sur internet de lui-même. Une véritable collaboration entre l'enseignant et l'apprenant s'installe [9].

L'objectif de notre travail sera de répondre au maximum à l'ensemble de ces apprentissages.

Nous allons maintenant nous intéresser aux différents outils numériques qui nous ont permis d'élaborer ces nouveaux supports pédagogiques.

### 3. Matériel

#### 3.1. Conception des vidéos

Notre travail a débuté par l'acquisition de données CBCT (Cone Beam Computed Tomography). Les images obtenues ont été retravaillées grâce à différents logiciels tels que MeshLab et MeshMixer.

Les mouvements mandibulaires ont été enregistrés par l'outil MODJAW®. Les enregistrements obtenus ont été transférés sur un logiciel de montage pour créer nos vidéos explicatives.

#### 3.2. Le MODJAW®

##### 3.2.1. Présentation

Le Modjaw est un dispositif médical destiné à enregistrer et analyser la cinétique mandibulaire en vue d'aider au diagnostic, à la caractérisation et à la planification de plan de traitement d'occlusodontie sur des patients ayant un profil d'occlusion anormal [10].

Il offre l'affichage en temps réel de l'image des arcades lors des déplacements mandibulaires limites et physiologiques (mastication). Il affiche également les trajets condyliens et les trajets de déplacement du point inter incisif et des points des fosses centrales des premières molaires mandibulaires [11].

Il est considéré comme une alternative à l'articulateur mécanique et l'arc facial [12].

Le dispositif Tech In Motion de Modjaw est constitué de plusieurs éléments : le CART M-JEE, le stylet TALLY, le casque TIARA et le marqueur SMIL'T [13].

##### 3.2.1.1. *Le CART M-JEE*

Le CART est composé d'un ordinateur doté du logiciel Modjaw, d'une caméra M-JEE CAM qui servira à détecter les mouvements dentaires réalisés par le patient au cours de l'acquisition (Fig. 5).

La caméra est disposée sur un chariot muni d'une potence et d'un bras articulé permettant de positionner la caméra entre 0,8m et 1m du visage du patient.

Le bras articulé permet des mouvements de caméra à droite ou à gauche avec une angulation de 90° degrés. Cependant le fabricant préconise de le conserver à droite. Il permet également des mouvements de 180° dans le plan vertical pour moduler sa hauteur en fonction du patient [13].

La caméra M-JEE CAM possède un système de localisation optique conçu pour détecter et suivre des capteurs réfléchissants en temps réel, ce qui permet au logiciel d'interpréter l'emplacement des condyles et des points de repères mandibulaires [12]. La technologie de la caméra est basée sur l'émission des rayons infra-rouges (IR). Ces capteurs réfléchissants sont présents au nombre de 4 sur chacun des 3 composants indispensables au fonctionnement du Modjaw [14].

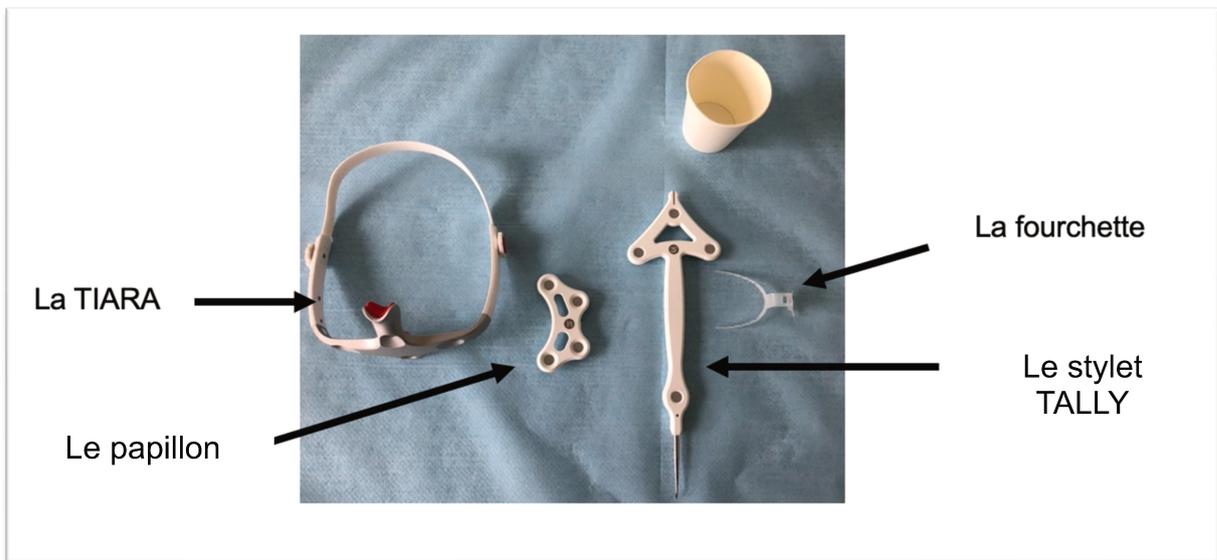


*Figure 5 : le Cart M-JEE [13]*

### *3.2.1.2. Le stylet TALLY*

Le stylet sert à paramétrer le casque TIARA avec la caméra pour obtenir un bon calibrage (Fig. 6) [14].

Il sera également utile pour enregistrer les différents repères intra et extra oraux, nécessaires au bon repositionnement des empreintes numériques.



*Figure 6 : le casque TIARA, le stylet TALLY, le papillon  
[Illustration personnelle]*

### 3.2.1.3. Le casque TIARA

Le casque viendra se fixer sur la tête du patient. Il représente un point de référence fixe qui prendra appui au niveau du nasion. Il permettra de calculer le déplacement de la mandibule.

Il dispose d'un système de serrage pour s'adapter en fonction de la circonférence de la tête du patient (Fig. 6).

### 3.2.1.4. Marqueur mandibulaire SMIL'T accompagné d'une fourchette

Le SMIL'T (ou papillon) constitue l'élément mobile. Il sera positionné à l'aide d'une fourchette qui sera fixée sur la face vestibulaire des dents mandibulaires (Fig. 6).

Le papillon représentera les différents mouvements de la mandibule.

## 3.3. L'empreinte optique

Les empreintes numériques des arcades maxillaires et mandibulaires importées dans le MODJAW®, ont été réalisées avec la caméra optique Trios 3 du Système 3Shape se trouvant dans le service d'odontologie du CHU de Lille.

Le Système 3Shape fait partie d'un des systèmes de scanners intra-oraux présents sur le marché dentaire qui capture des images en 3D de la cavité buccale à l'aide d'une lumière projetée sur les surfaces dentaires et les tissus mous (Fig. 7).

Il est considéré comme une alternative des méthodes traditionnelles de prise d'empreinte analogique [15].



*Figure 7 : caméra optique Trios 3 du système 3 Shape [15]*

Pour commencer l'acquisition, nous avons renseigné les informations du patient (prénom, nom, date de naissance).

Le calibrage de la caméra a été requis avant le début de la numérisation pour obtenir des empreintes de bonne qualité. L'arcade maxillaire a été numérisée en premier puis l'arcade mandibulaire.

Pour obtenir l'occlusion, nous avons demandé à la patiente de maintenir les arcades serrées le temps de la numérisation. Cela a permis au logiciel de repositionner correctement les deux empreintes numériques obtenues précédemment dans le but de reproduire à l'identique l'occlusion physiologique (Fig. 8).



*Figure 8 : empreinte numérique en occlusion prise par l'empreinte 3 Shape [illustration personnelle]*

### 3.4. LE CBCT (Cone Beam Computed Tomography)

Le CBCT a été réalisé dans l'unité fonctionnelle de radiologie du service d'Odontologie du CHU de Lille.

La machine utilisée est de la marque VATECH, le modèle installé dans le service de radiologie étant le PHT-65LHS.

Les dimensions du CBCT sont de 12x9 cm, avec une résolution de 200 microns.

L'indication posée était pour raison chirurgicale avant extraction des dents de sagesse.

Les images CBCT ont permis de vérifier le rapport entre les troisièmes molaires maxillaires et le sinus maxillaire, ainsi que le rapport entre les troisièmes molaires mandibulaires et le canal mandibulaire.

### 3.5. Logiciels utilisés

#### 3.5.1. MeshLab 2022.02

MeshLab est un logiciel de traitement de fichier 3D. Il nous a permis de manipuler les empreintes numériques ainsi que les images CBCT sous format STL.

MeshLab a servi à modifier les coordonnées géographiques des images CBCT.

Nous avons ainsi pu obtenir un positionnement correct et superposable des images CBCT aux empreintes numériques au moment de l'importation dans le logiciel Modjaw.

#### 3.5.2. MeshMixer

MeshMixer est également un logiciel de traitement de fichier 3D.

Nous avons utilisé ce logiciel dans le but de détourer les empreintes numériques, puis dissocier les images CBCT en séparant celles du maxillaire et celles de la mandibule.

#### 3.5.3. iMovie

Concernant le montage des vidéos, nous avons utilisé le logiciel iMovie.

Ce logiciel est conçu par la firme Apple© pour les systèmes d'exploitation macOS et iOS. Le choix s'est tourné vers cette application car elle est extrêmement simple d'utilisation notamment par son interface d'utilisation [16].

## 4. Méthodes

### 4.1. Protocole de fonctionnement du Modjaw

#### 4.1.1. Création du fichier patient

Pour commencer, nous avons créé la fiche du patient en renseignant : nom, prénom, date de naissance ainsi que le type de séance allant être réalisée. Nous avons sélectionné la séance « enregistrement fonctionnel » (Fig. 9).

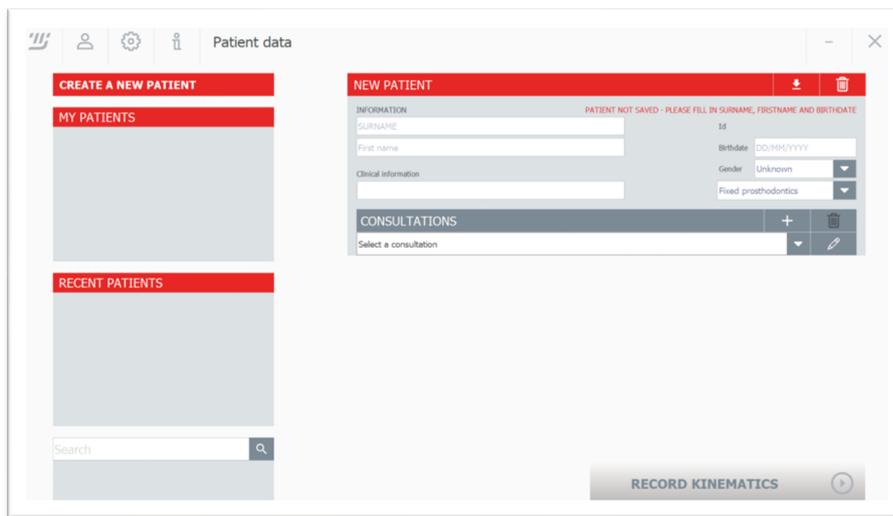


Figure 9 : interface Modjaw pour la création du fichier patient [13]

#### 4.1.2. Importation des modèles initiaux en 3D

Les modèles peuvent être importés sous différentes natures dans le logiciel : STL ou OBJ. Les fichiers importés étaient en format STL (Fig. 10).

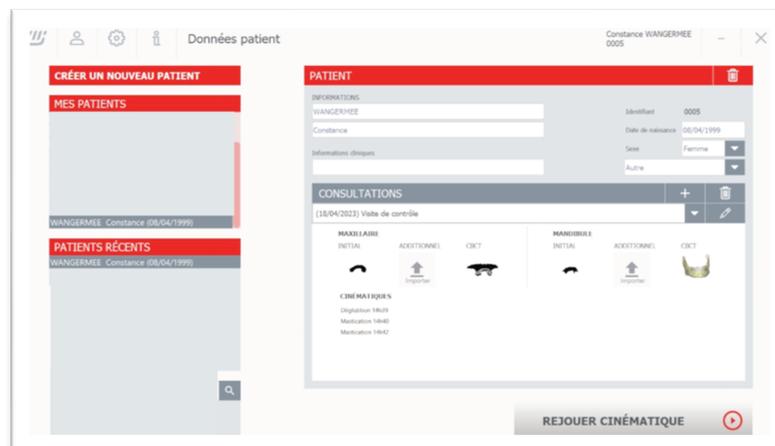


Figure 10 : interface Modjaw importation des fichiers STL [illustration personnelle]

Les fichiers d'images CBCT ont été additionnés dans le logiciel Modjaw après la réalisation des enregistrements. Un contrôle de bon repositionnement a été effectué par Modjaw (Fig. 11).

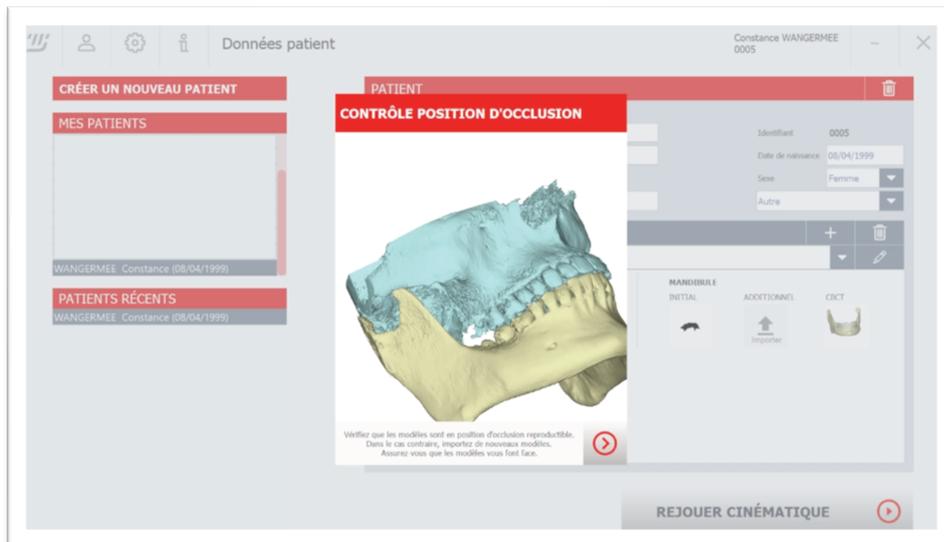


Figure 11 : interface Modjaw contrôle de l'alignement des images CBCT [illustration personnelle]

#### 4.1.3. Identification des points de référence et du dentalé

Quatre points de référence sont identifiés sur l'arcade mandibulaire.

Le but étant de faciliter le bon repositionnement du TALLY en bouche, nous avons privilégié des surfaces dentaires concaves (de type sillon ou fosse cuspidienne) (Fig. 12).

Nous avons positionné nos repères sur des dents pluricuspidées, au niveau de la première prémolaire puis au niveau de la deuxième molaire, à droite comme à gauche.

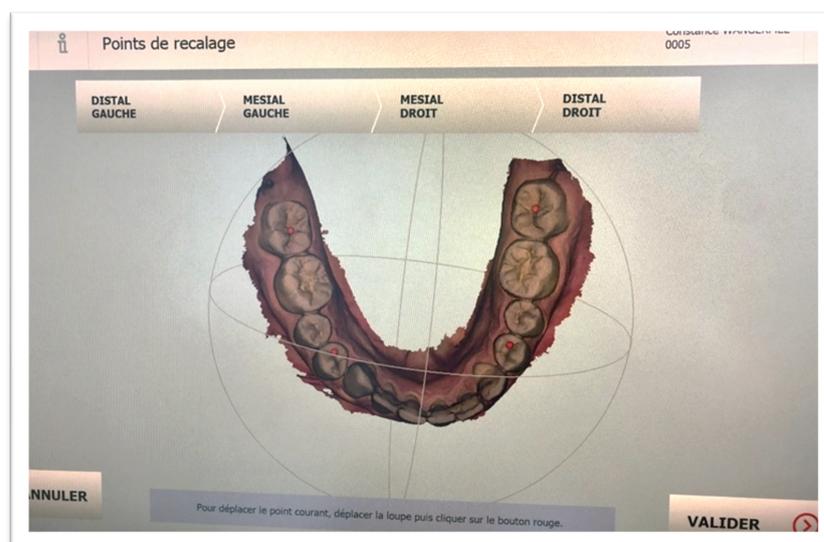


Figure 12: vue occlusale de l'arcade mandibulaire et des points de recalage [illustration personnelle]

Il a été nécessaire de référencer également la position du dentalé sur l'arcade mandibulaire (ou centre inter-incisif mandibulaire) (Fig. 13).



*Figure 13 : zoom sur la position du dentalé [illustration personnelle]*

#### 4.1.4. Calibrage de la TIARA

Pour paramétrer la TIARA au niveau de la caméra, la réalisation de mouvements circulaires amples du TALLY sur la face supérieure de la TIARA est requise en respectant une distance de moins d'1m, face à la caméra (Fig. 14).

Attention, il faut s'assurer que les capteurs réfléchissants de la TALLY soient toujours face à la caméra.



*Figure 14 : illustration du calibrage de la TIARA avec le stylet TALLY [13]*

#### 4.1.5. Mise en place des composants

##### 4.1.5.1. La fourchette

La fourchette en plastique flexible doit être adaptée à l'arcade de notre patient. Sa longueur peut être raccourcie si elle est trop grande (Fig. 15). Idéalement, il est préférable que la fourchette s'achève au niveau des deuxièmes prémolaires afin d'obtenir une stabilité optimale.

Quand l'adaptation vestibulaire est validée, il faut s'assurer que la surface dentaire soit bien sèche. Pour cela nous avons fixé la fourchette en ayant mis en place un écarteur labial ainsi que des cotons salivaires au fond du vestibule.

Nous avons positionné la fourchette à l'aide d'une résine chémo-polymérisable (de type bis-acryl) que nous avons disposé dans l'intrados de la fourchette (Fig. 15).

Durant la pause, nous avons demandé à la patiente de rester en occlusion pour limiter le risque d'interférences occlusales (Fig. 16 et 17).

Il est important de contrôler la fourchette ainsi que la résine après la prise pour retirer les excès éventuels pouvant interférer avec l'arcade maxillaire.



*Figure 15 : illustration du pistolet de résine chémo-polymérisable (type bis-acryl) [illustration personnelle]*



*Figure 16: photo endo-buccale secteur droit en occlusion avec la fourchette positionnée [illustration personnelle]*



*Figure 17: photo endo-buccale secteur gauche en occlusion illustrant la position de la fourchette [illustration personnelle]*

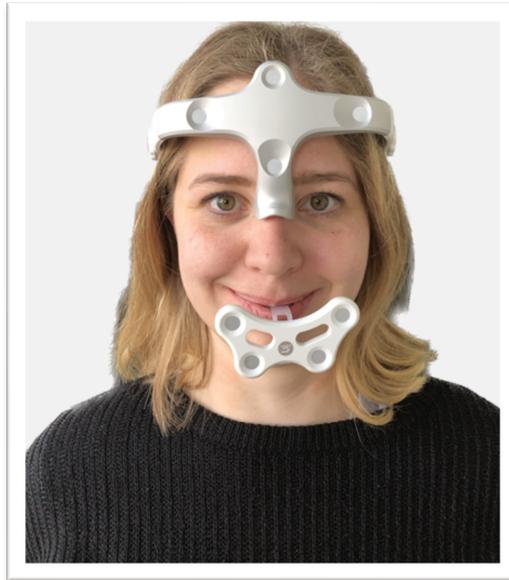
#### 4.1.5.2. Le SMIL'T ou papillon

Le papillon viendra se clipser sur la partie hors bouche de la fourchette (Fig.18).

#### 4.1.5.3. LA TIARA

Le casque doit être positionné de manière à respecter la position de l'appui nasal ainsi que l'appui frontal. Attention, il faut s'assurer de la stabilité du marqueur avant de serrer (Fig.18).

Avant de commencer l'enregistrement, il faut contrôler la fixation de la TIARA et vérifier si l'appui-tête du fauteuil n'interfère pas avec cette dernière, au risque de fausser les enregistrements.

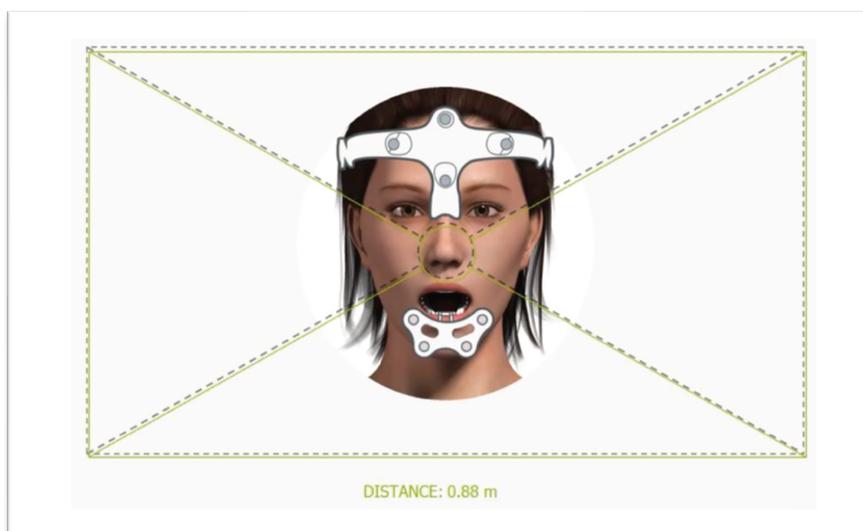


*Figure 18 : patiente équipée des différents composants Modjaw [illustration personnelle]*

#### 4.1.6. Positionnement de la caméra

Après avoir positionné les différents composants correctement, il faut s'assurer de la bonne position du patient face à la caméra, de tel sorte que le champ focal soit centré sur le patient.

Tous les réflecteurs présents sur la TIARA et le papillon doivent être visibles simultanément par la caméra lors de la réalisation des mouvements mandibulaires. L'ajustement se réalise à l'aide d'un cadran noir apparaissant sur l'écran de l'appareil. Quand la bonne distance (qui est d'approximativement de 80 cm) ainsi que la bonne position du patient sont respectées, un cadran vert se superpose au noir (Fig. 19).

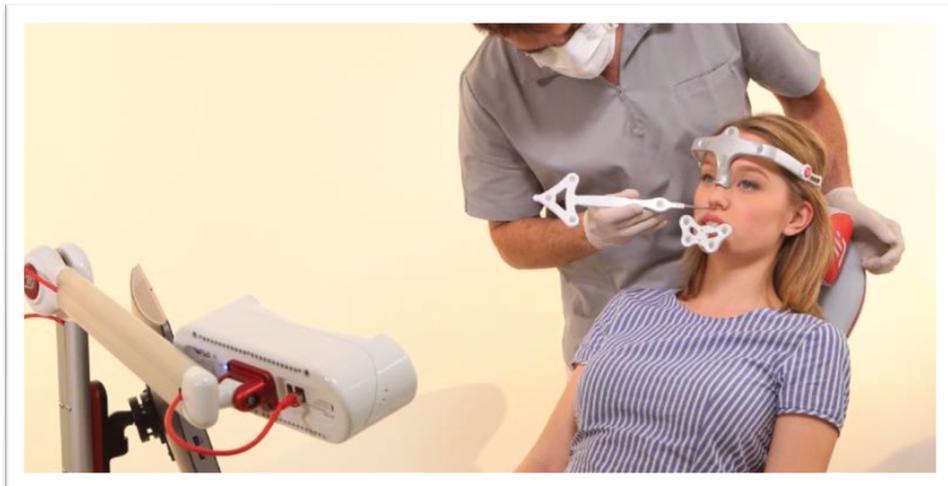


*Figure 19 : illustration du bon positionnement de la caméra [13]*

#### 4.1.7. Acquisition des points de référence extra-oraux sur notre patient

Pour cette étape, l'utilisation du TALLY est requise (Fig. 20). Nous devons indiquer la position des 3 repères suivants :

- Les condyles droit et gauche : leur localisation sera arbitraire en fonction de la palpation du praticien. Pour cela, il faut placer son index dans la région auriculaire, demander au patient de réaliser à plusieurs reprises des mouvements d'ouverture-fermeture pour repérer la zone de dépression laissée par le condyle lors de son mouvement ;
- Le point sous nasal : il se situe à la jonction entre la lèvre supérieure et la cloison nasale sur la ligne sagittale médiane.



*Figure 20 : illustration Modjaw de l'enregistrement des points de référence extra-oraux [12]*

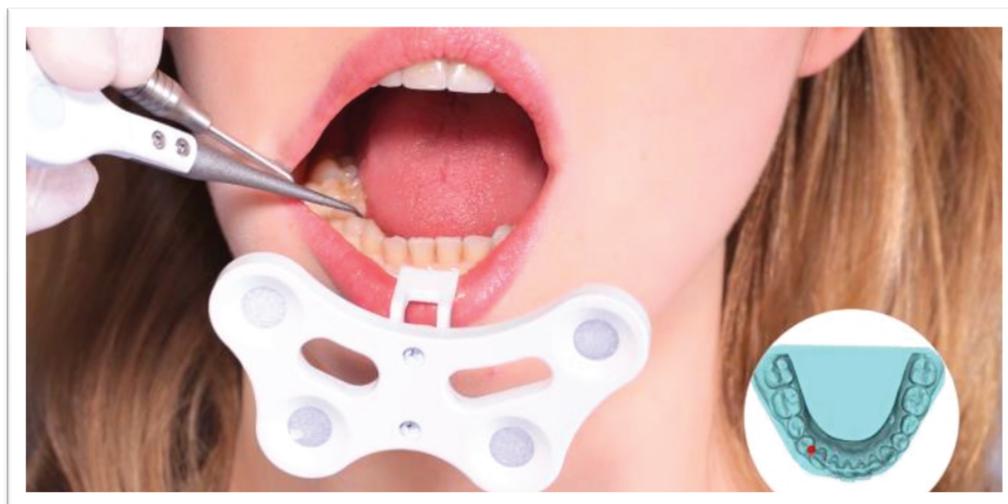
#### 4.1.8. Acquisition des points de référence intra-oraux sur notre patient

Nous utilisons également le TALLY pour enregistrer les repères. Les points de référence saisis sur l'empreinte numérique en début de séance sont identifiés cette fois-ci dans la bouche du patient (Fig. 21). Pour obtenir un positionnement stable du TALLY des surfaces concaves sont privilégiées.

Les repères utilisés sont :

- la fosse cuspidienne distale de la première prémolaire mandibulaire à gauche comme à droite ;
- le sillon principal de la deuxième molaire mandibulaire à gauche comme à droite.

Lors de cette étape, la position du dentalé n'est pas nécessaire car elle n'est utile que pour illustrer les mouvements mandibulaires.



*Figure 21: illustration Modjaw de l'enregistrement des points intra-oraux [13]*

#### 4.1.9. Enregistrement de la position d'occlusion reproductible

Après l'identification de tous les repères terminée, le patient se positionne face à la caméra pour reproduire son occlusion physiologique afin d'obtenir un calibrage optimal.

Durant cette étape, nous pouvons vérifier la précision de recalage des empreintes.

Deux cas de figures peuvent être obtenus :

- Précision insuffisante entraînant un mauvais repositionnement ; la modification des repères initiaux sera nécessaire [13].
- Précision suffisante : le repositionnement est correct ; nous pouvons donc procéder à l'enregistrement fonctionnel des différentes cinématiques.

#### 4.1.10. Enregistrement des cinématiques mandibulaires

Les différents enregistrements effectués sont les suivants :

- Ouverture / fermeture ;
- Propulsion / rétropulsion ;
- Diduction travaillante côté gauche ;
- Diduction travaillante côté droit ;
- Relation centrée ;
- Mastication ;
- Grincement ;

- Phonation ;
- Déglutition ;
- Espace libre d'innocclusion (ELI).

Concernant chaque enregistrement, les consignes données au patient ont été les suivantes :

- répéter chaque mouvement plusieurs fois ;
- réaliser chaque mouvement de manière lente et avec une amplitude maximale possible sans forcer ;
- respecter la position de départ et d'arrivée qui est la position d'intercuspidie maximale (ICM) [17].

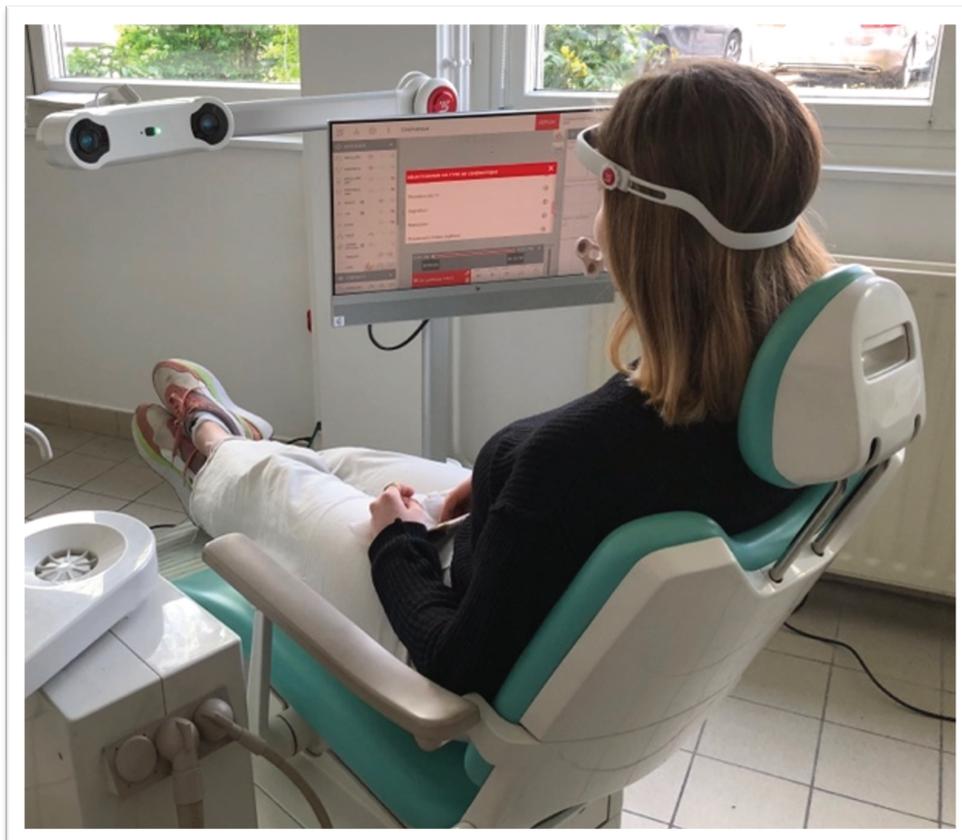
Avant l'enregistrement des fonctions et para-fonctions des prérequis ont été nécessaires pour chacune d'entre elles :

- Phonation : nous avons demandé à notre patient de prononcer à trois reprises les nombres « 60 – 70 », ils permettent de regrouper plusieurs phonèmes ;
- Mastication : un aliment de consistance ferme a été donné pour permettre au témoin de réaliser des mouvements de mastication. Ne pas prendre un aliment de trop grande taille, faire attention à ne pas décoller la fourchette ;
- Déglutition : nous avons déposé à l'aide d'une seringue quelques millilitres d'eau sous la langue pour que le patient puisse se repositionner en ICM avant le début de l'enregistrement.

Ci-dessous, deux photos illustrent la position du patient lors de la séance d'enregistrement (Fig. 22 et 23).



*Figure 22 : photo vue de face de l'installation Modjaw au fauteuil [illustration personnelle]*

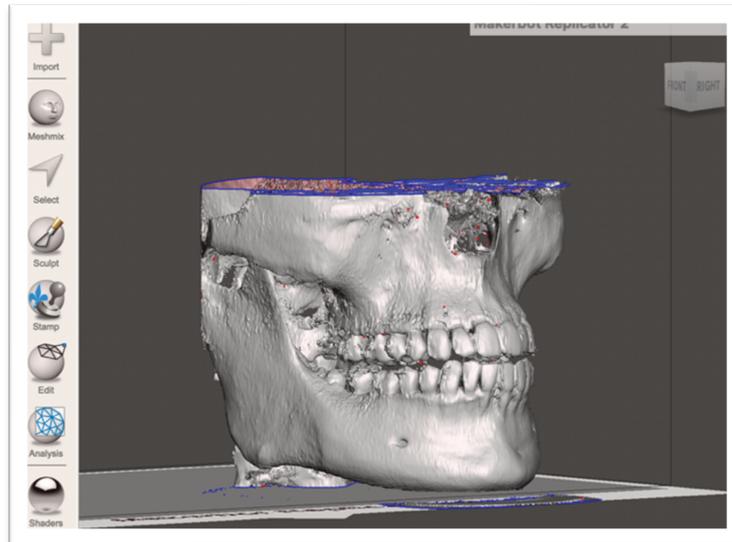


*Figure 23 : photo vue de dos de l'installation Modjaw au fauteuil [illustration personnelle]*

## 4.2. Utilisation du logiciel MeshMixer

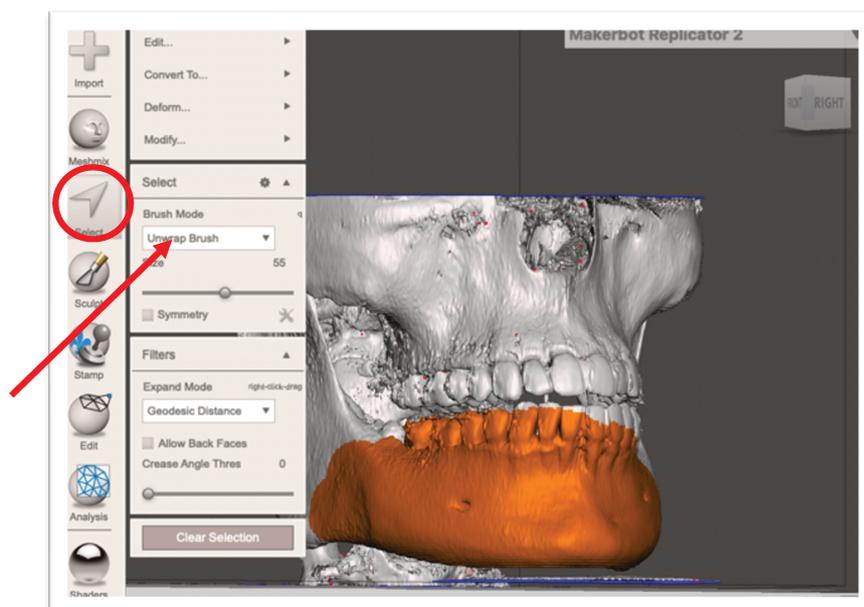
Pour séparer le CBCT intégral en deux fichiers STL différents, nous avons procédé de la manière suivante :

- ouverture du fichier STL des images CBCT (Fig. 24) ;

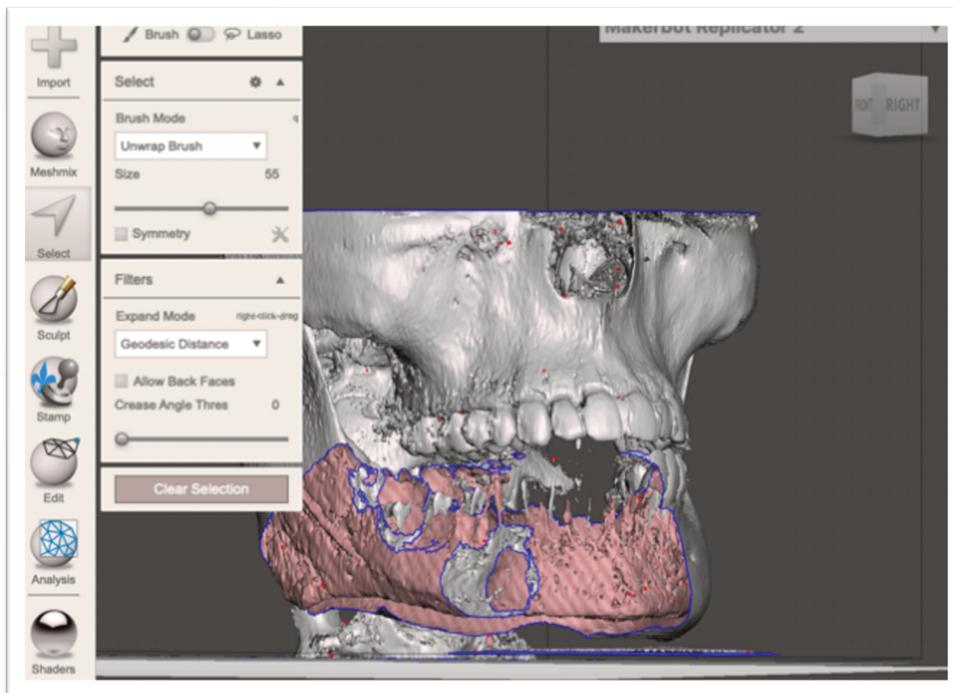


*Figure 24 : illustration des images CBCT sur le logiciel MeshMixer [illustration personnelle]*

- cliquer sur « Select » ;
- se mettre en mode « Brush mode » nous pouvons moduler la taille du curseur et sélectionner la zone à supprimer ci-dessous représentée en orange (Fig. 25);
- appuyer sur la touche « X » pour effacer la zone sélectionnée (Fig. 26).

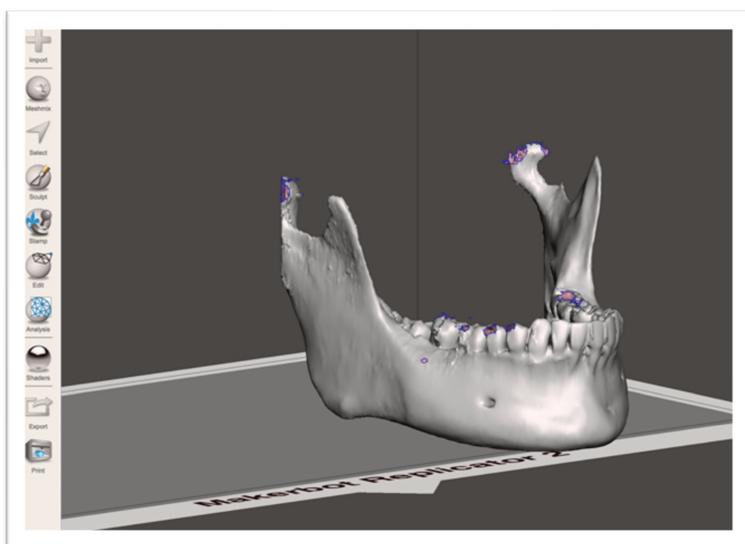


*Figure 25 : illustration de la partie à supprimer (partie orange) [illustration personnelle]*

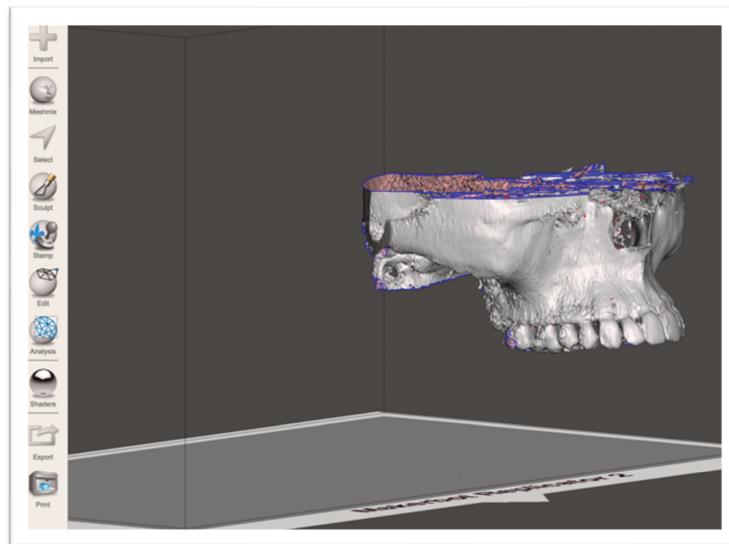


*Figure 26 : illustration après suppression de la partie sélectionnée [illustration personnelle]*

- répéter l'opération jusqu'à obtenir un fichier avec le maxillaire puis un fichier avec la mandibule dissociée (Fig. 27 et 28).



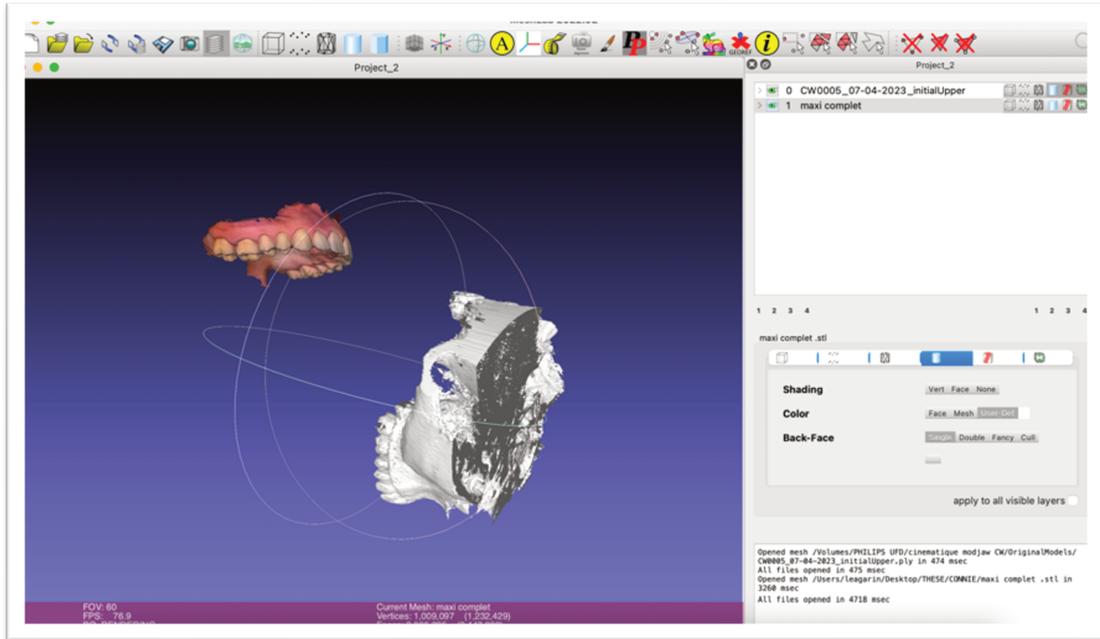
*Figure 27 : images CBCT de la mandibule [illustration personnelle]*



*Figure 28 : images CBCT du maxillaire [illustration personnelle]*

### 4.3. Utilisation du logiciel MeshLab 2022.02

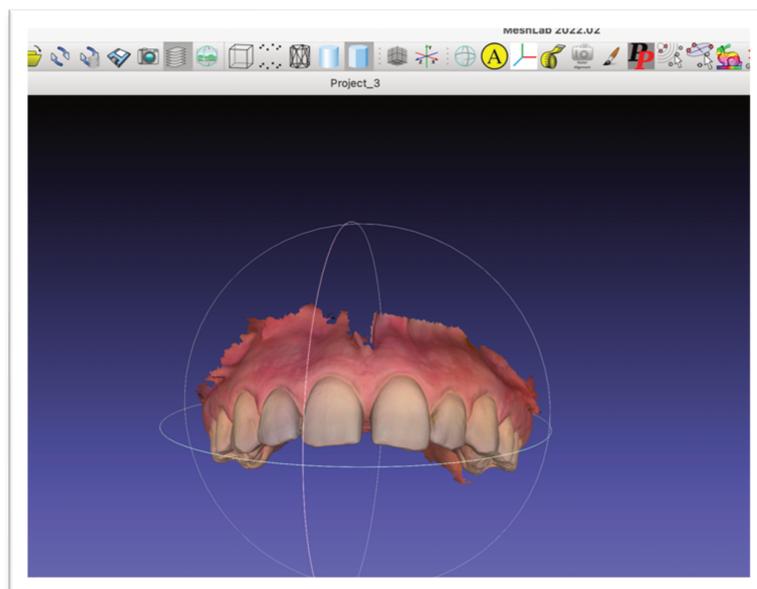
A l'ouverture de l'empreinte numérique maxillaire ainsi que des images CBCT du maxillaire, nous pouvons observer que leur orientation n'est pas identique dans les trois sens de l'espace (Fig. 29).



*Figure 29 : interface MeshLab [illustration personnelle]*

L'objectif est de trouver plusieurs points de repères sur chacun des fichiers pour pouvoir obtenir un repositionnement optimal.

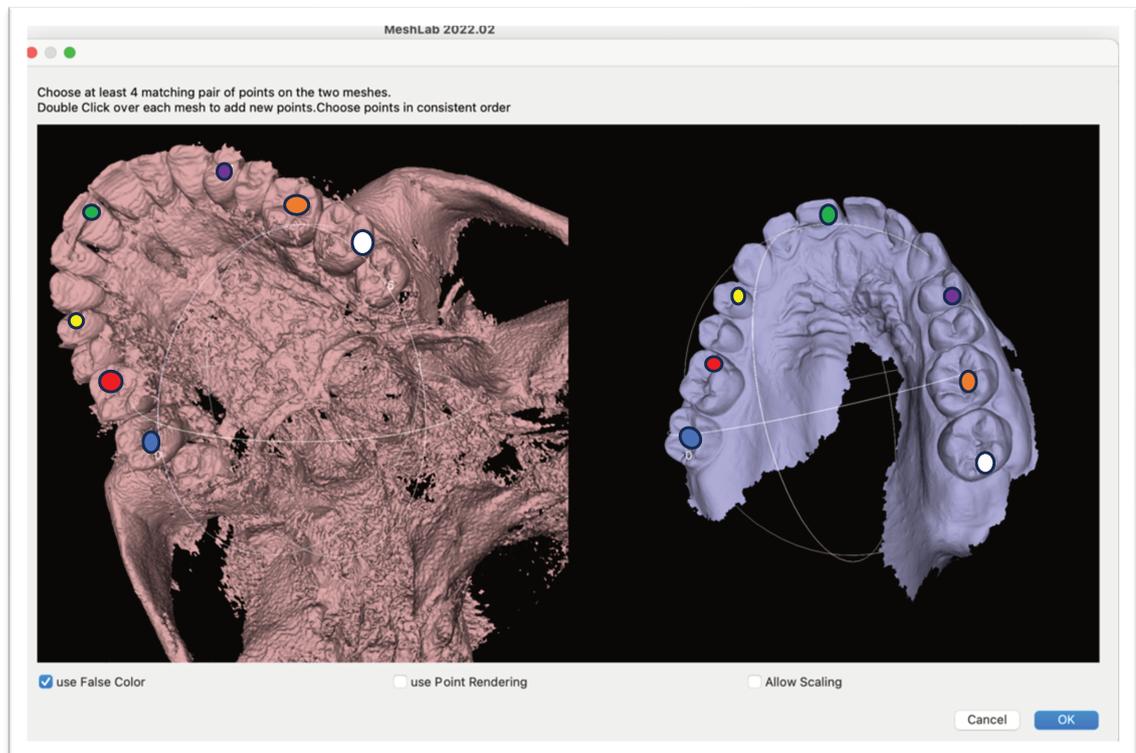
Nous avons pris comme fichier de référence celui de l'empreinte numérique maxillaire, car sa position dans l'espace est celle enregistrée dans le logiciel Modjaw (Fig. 30).



*Figure 30 : Empreinte maxillaire [illustration personnelle]*

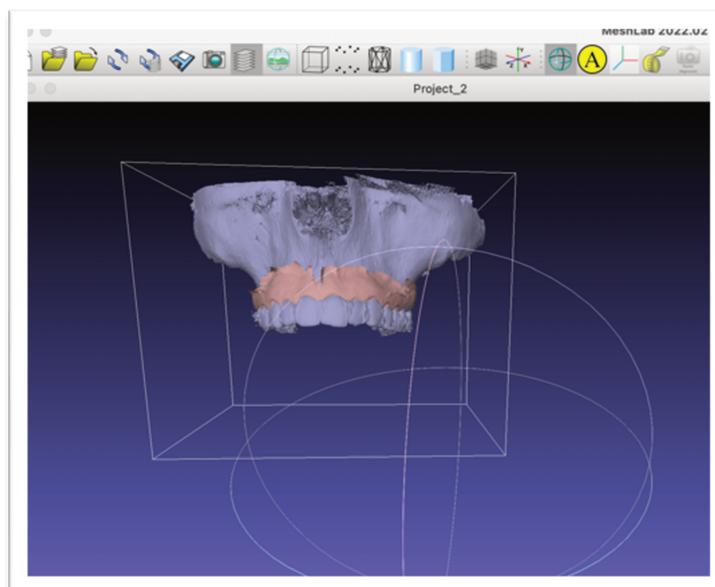
Pour pouvoir obtenir une bonne superposition, nous avons identifié des points de repères sur chacun des deux fichiers. Nous en avons sélectionné 7 répartis équitablement sur l'arcade (Fig.31).

Des zones facilement identifiables ont été utilisées comme les fosses cuspidiennes des molaires, le fil de contention antérieur ou bien les sillons des dents cuspidées.



*Figure 31: Illustration des différents points de repères [illustration personnelle]*

Le résultat après identification des points de repères est visible ci-dessous (Fig. 32 et 33). Cette étape a été réalisée de la même manière pour l'arcade mandibulaire.



*Figure 32 : Illustration des deux fichiers superposés vue de face [illustration personnelle]*

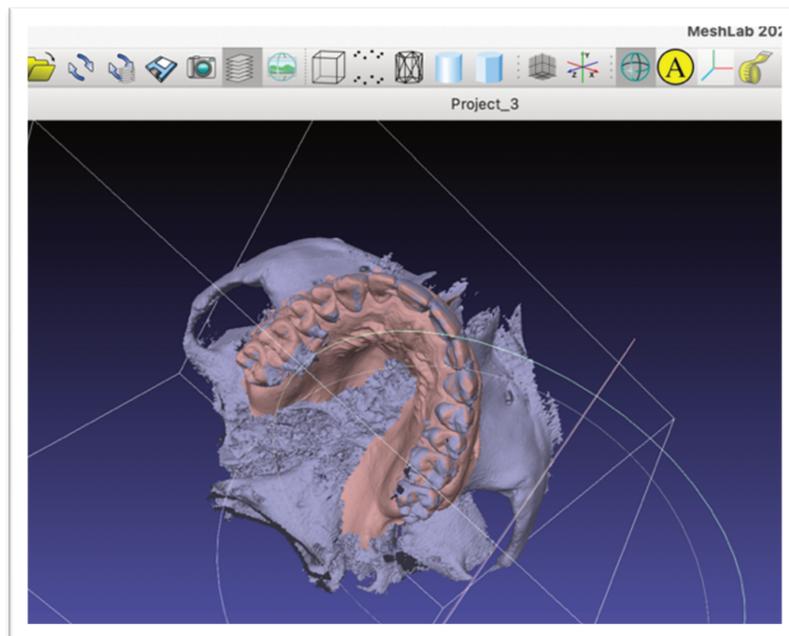


Figure 33 : Illustration des deux fichiers superposés vue occlusale [illustration personnelle]

#### 4.4. Utilisation du logiciel iMovie

Nous pouvons globalement diviser l'interface iMovie en 5 parties (Fig. 34).

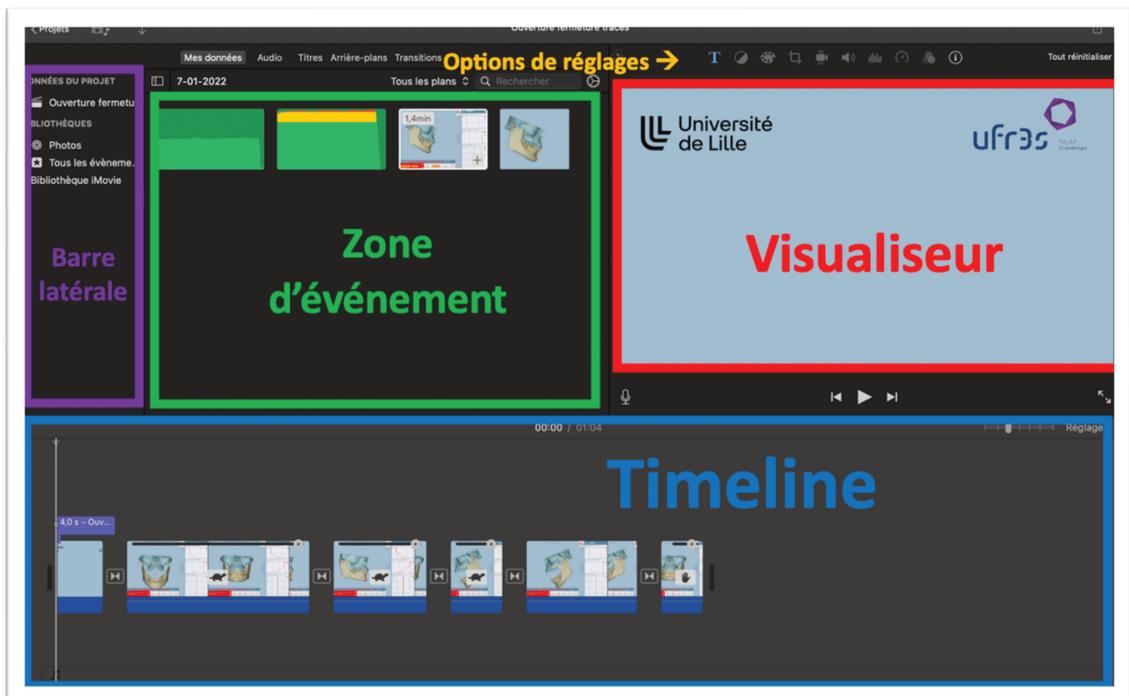


Figure 34 : interface iMovie [illustration personnelle]

- **La zone d'évènement** : c'est dans cette zone que se concentrent les plans bruts ou rushes qu'ils soient audio ou vidéo. Les rushes correspondent aux fichiers originaux issus de la caméra ou de l'appareil d'enregistrement sonore avant que ceux-ci ne soient montés.

- **La timeline** : c'est dans cette zone que s'effectue le montage proprement dit. La timeline permet d'afficher et de disposer selon l'effet souhaité tous les éléments qui composent la vidéo (vidéos, bande son, textes éventuels, titres...)
- **Le visualiseur** : cette zone permet de visualiser le montage et d'avoir un aperçu des modifications réalisées ou du rendu final à n'importe quel moment.
- **La barre latérale** : cette barre permet d'accéder à la bibliothèque d'iMovie où se trouvent les rushes de tous les projets. Elle permet aussi d'accéder aux données du projet en cours uniquement.
- **Les options de réglages** : c'est dans cette zone que sont regroupées des fonctionnalités variées comme : recadrer, faire la balance des blancs, gérer la durée des arrêts sur images... Cette zone jouxte l'onglet « titre » qui sert à insérer du texte [16].

Le protocole de montage est le suivant :

- 1) Importer le ou les rushes : en haut à gauche aller dans «fichier» puis dans «importer des médias» pour transférer un rush du support (disque dur, carte SD, clé USB...) dans la bibliothèque iMovie.
- 2) Faire glisser le ou les rushes dans la timeline.
- 3) Découper le rush : positionner le curseur de lecture de part et d'autre du plan à conserver. Puis, utiliser «command+B» comme raccourci clavier pour scinder le plan.
- 4) Supprimer les extraits inutiles : cliquer sur l'extrait avec le curseur de lecture puis appuyer sur «delete». Cela permet d'éliminer le superflu et d'avoir une vision plus globale.
- 5) Ajouter les titres pour sectoriser les exercices : aller dans l'onglet «titres» en haut à gauche et choisir celui conforme aux critères souhaités.
- 6) Ajouter les arrêts sur image sur les plans à accentuer : sélectionner le plan à l'aide du curseur puis taper «option+F».
- 7) Ajouter le texte sur les plans souhaités : aller dans le menu titre et choisir «mise au point dans le tiers inférieur» puis choisir la police dans réglages au-dessus du visualiseur.

- 8) Ajuster la durée des plans et des titres selon la narration : homogénéiser dans la timeline ou aller dans les options de réglages puis dans «durée» pour les arrêts sur image.
- 9) Ajouter la musique de fond : transférer le fichier audio issu de la bibliothèque dans la timeline sous la narration pour terminer [16].

## 5. Diffusion des vidéos pédagogiques

La plateforme choisie pour diffuser les vidéos est LillePod.

La plateforme Pod, développée et déployée par l'Université de Lille, a pour objectif de faciliter la mise à disposition de vidéos et de ce fait, d'encourager l'utilisation de celles-ci dans le cadre de l'enseignement et la recherche.

C'est un site de podcast qui permet à toute personne identifiée de poster des fichiers audio et vidéo qui sont ensuite encodés par la plateforme.

Ces vidéos sont accessibles à tous par défaut mais nous pouvons restreindre leur accès aux personnes authentifiées et/ou aux personnes connaissant le mot de passe renseigné lors de l'édition de celle-ci.

Les vidéos sont accessibles par chaînes, auteurs, types, disciplines et mots clés. Une fonction de filtres permet d'affiner l'affichage des listes de vidéos disponibles [18].

Les vidéos ont été exportées en qualité optimale ProRes avec une résolution de 720p ou 1020p.

Une fois la vidéo encodée, celle-ci est disponible sur la plateforme et peut-être partagée par une ou plusieurs des méthodes de partage suivantes :

- Code d'intégration : un code à coller à tout endroit où du texte HTML est autorisé (par exemple : pour intégrer le lecteur vidéo dans une étiquette ou une page dans Moodle).
- Lien de partage : communiqué tel quel (par email ou sur Moodle par exemple), ce lien amènera l'utilisateur vers la page de la vidéo sur Pod.
- QR code : à l'instar du lien de partage, ce code amène à la vidéo sur Pod s'il est flashé avec une application mobile adéquate.

Voici les vidéos hébergées sur la plateforme LillePod : un lien est à disposition ainsi que le QR code associé à la vidéo correspondante.

Le mot de passe pour obtenir l'accès aux vidéos est : **anatdentaire2023**

- Vidéos illustrant le mouvement d'ouverture - fermeture (Fig. 35 et 36) :



*Figure 35 : Qr code de la vidéo d'ouverture fermeture avec tracés*

<https://pod.univ-lille.fr/video/33543-video-illustrant-le-mouvement-douverture-fermeture/>



*Figure 36 : Qr code de la vidéo d'ouverture fermeture sans tracés*

<https://pod.univ-lille.fr/video/33485-video-illustrant-le-mouvement-douverture-fermeture/>

- Vidéos illustrant le mouvement de propulsion-rétropulsion (Fig. 37 et 38) :

Lors des mouvements de propulsion, la mandibule se dirige en avant et en bas par translation du complexe inférieur condylo-discal le long de la surface postérieure du tubercule articulaire [19].



*Figure 37 : Qr code de la vidéo illustrant la propulsion avec tracés*

<https://pod.univ-lille.fr/video/33521-video-illustrant-la-propulsion/>



*Figure 38 : Qr code de la vidéo illustrant la propulsion sans tracés*

<https://pod.univ-lille.fr/video/33532-mouvement-dentaire-la-propulsion/>

- Vidéos illustrant le mouvement de diduction gauche (Fig. 39 et 40) :

Lors des mouvements de diduction, le processus condyalaire du côté travaillant effectue une légère translation en dehors, appelée mouvement de Bennett. Le processus condyalaire controlatéral lui, se déplace légèrement en avant, en dedans et en bas [19].

Il existe deux types de protection en diduction :

- o La protection de groupe : toutes les dents postérieures sont en contact du coté travaillant ;
- o La protection canine : seules les pointes canines sont en contact du côté travaillant.



*Figure 39 : Qr code illustrant la diduction gauche sans tracés*

<https://pod.univ-lille.fr/video/33563-la-diduction-gauche/>



*Figure 40 : Qr code illustrant la diduction gauche avec tracés*

<https://pod.univ-lille.fr/video/33562-video-illustrant-la-diduction-gauche-avec-traces/>

- Vidéos illustrant le mouvement de diduction droite (Fig. 41 et 42) :



*Figure 41 : Qr code illustrant la diduction droite sans tracés*

<https://pod.univ-lille.fr/video/33561-la-diduction-droite/>



*Figure 42 : Qr code de la vidéo illustrant la diduction droite avec tracés*

<https://pod.univ-lille.fr/video/33544-video-illustrant-la-diduction-droite-avec-traces/>

- Vidéos illustrant la fonction de mastication (Fig. 43 et 44) :

C'est durant la mastication, surtout d'aliments solides et épais, que la biomécanique musculaire est la plus mise à contribution. Tous les muscles élévateurs, diducteurs et abaisseurs sont sollicités lors de cette fonction [19].



*Figure 43 : Qr code de la vidéo illustrant la mastication sans tracés*

<https://pod.univ-lille.fr/video/33484-la-mastication/>



*Figure 44 : Qr code de la vidéo illustrant la mastication avec tracés*

<https://pod.univ-lille.fr/video/33453-video-illustrant-la-mastication-avec-traces-condyliens/>

- Vidéo illustrant la fonction de déglutition (Fig. 45) :

Lors du mouvement de déglutition d'un aliment solide, les forces engendrées par les muscles élévateurs s'exercent sous la forme de contacts occlusaux en ICM. Cela n'est pas le cas en ce qui concerne la déglutition d'aliment liquide. La position de la mandibule peut alors être assimilée à celle au repos [19].

Dans la vidéo ci-dessous, le témoin a réalisé le mouvement de déglutition en avalant de l'eau.



<https://pod.univ-lille.fr/video/33558-fonction-la-deglutition/>

*Figure 45 : Qr code de la vidéo illustrant la fonction de déglutition*

- Vidéo illustrant la fonction de phonation (Fig. 46) :



<https://pod.univ-lille.fr/video/33533-la-phonation/>

*Figure 46 : Qr code de la vidéo illustrant la fonction de phonation*

- Vidéo illustrant la para fonction de grincement (Fig. 47) :

Le mouvement de grincement des dents mandibulaires sur les dents maxillaires peut entraîner à long terme un délabrement coronaire important. La pathologie associée à cette para fonction est le bruxisme.



*Figure 47 : Qr code de la vidéo illustrant la para fonction de grincement*

<https://pod.univ-lille.fr/video/33557-parafunction-le-grincement/>

- Vidéo illustrant l'espace libre d'innocclusion (Fig. 48) :

La position de repos de la mandibule est déterminée par un équilibre musculaire entre les agonistes et les antagonistes déterminant un espace libre dento-dentaire physiologique encore appelé « espace libre d'innocclusion » d'environ 3 à 4 mm [19].



*Figure 48 : Qr code de la vidéo illustrant l'espace libre d'innocclusion*

<https://pod.univ-lille.fr/video/33531-lespace-libre-dinnocclusion/>

- Vidéo illustrant la relation centrée (Fig. 49) :

La relation centrée n'est pas une position naturelle pour le patient. Elle est généralement utilisée dans le cas de réhabilitation prothétique complexe.

Plus particulièrement quand le patient ne possède plus de calage postérieur au niveau de son occlusion. Dans cette position les condyles sont positionnés en haut et en avant dans la fosse mandibulaire. Le praticien doit guider le patient pour obtenir un bon positionnement.



<https://pod.univ-lille.fr/video/33556-la-relation-centree/>

*Figure 49 : Qr code illustrant la vidéo représentant la manipulation de la relation centrée*

## 6. Discussion

### 6.1. Avantages de l'élaboration des vidéos pédagogiques

Il existe de nombreux avantages concernant l'élaboration de vidéos pédagogiques. A l'heure actuelle, les apprenants font partie d'une génération qui apprend et comprend beaucoup à travers l'audiovisuel.

*Pourquoi portons-nous autant d'importance à ce format ?*

Dans la vie quotidienne, les étudiants d'aujourd'hui portent beaucoup d'intérêt à la vidéo, notamment sur les plateformes de réseaux sociaux (YouTube, Instagram...) où de nombreux contenus audiovisuels sont postés tous les jours.

Les professionnels de santé les utilisent également pour partager les différents soins ou plans de traitements qu'ils ont pu réaliser.

Le montage vidéo est une étape très importante car de la qualité de celle-ci dépend l'attention et la concentration de l'étudiant sur le sujet traité [6]. C'est pourquoi nous avons fait le choix de réaliser des vidéos de courte durée.

D'autre part, la publication des vidéos sur la plateforme LillePod permet de développer chez l'étudiant le travail en autonomie.

Enfin, plusieurs théories convergentes estiment que l'apprentissage par vidéo permettrait un taux de rétention des informations plus élevé sur le long terme.

Le cerveau organiserait les éléments verbaux et visuels de manière dynamique pour produire des constructions mentales logiques [20].

## 6.2. Limites des vidéos pédagogiques

Durant l'élaboration de ce travail, nous avons rencontré quelques limites.

Si le champ d'irradiation du CBCT avait été plus postérieur, nous aurions obtenu une meilleure visualisation de la fosse mandibulaire et nous aurions pu ainsi apprécier dans sa totalité le trajet des condyles lors des mouvements réalisés.

Par ailleurs, après avoir réalisé les manipulations, nous avons voulu exploiter toutes les ressources du logiciel Modjaw en rajoutant l'insertion d'un scanner facial en format OBJ. La résolution ainsi que le résultat obtenu n'étaient pas satisfaisants ; le scanner n'apportait pas d'informations supplémentaires aux vidéos.

## **7. Conclusion**

Pour conclure, la réalisation de ces quinze vidéos permettra aux futurs étudiants d'aborder les notions d'occlusodontie de manière plus concrète.

Il est important de spécifier que la création de ces supports n'aurait pas été possible sans l'outil MODJAW®, ce dernier ayant été financé par l'université de Lille.

Ces vidéos pédagogiques sont adaptées à tous les étudiants car elles peuvent être incluses dans la majorité des critères des méthodes d'apprentissage VARK.

L'enseignement en odontologie compte bien utiliser les nouvelles technologies pour perfectionner les différentes méthodes d'apprentissage.

À l'avenir si l'utilisation de la réalité virtuelle dans les cours de sciences anatomiques voyait le jour, ne permettrait-elle pas une meilleure appréciation des mouvements musculo-articulaires ?

## Table des illustrations

Figure 1 : Pyramide d'apprentissage par Dale en 1969 [2]	14
Figure 2 : Pyramide d'apprentissage de Dale actualisé en 2013 ; traduit en français [3]	15
Figure 3 : Schéma des différents modes d'apprentissage selon Fleming [6]	17
Figure 4 : Parts des différents modes d'apprentissage chez les étudiants en Odontologie selon l'article "Student learning preferences and teaching implications" [8]	18
Figure 5 : le Cart M-JEE [13]	20
Figure 6 : le casque TIARA, le stylet TALLY, le papillon [Illustration personnelle]	21
Figure 7 : caméra optique Trios 3 du système 3 Shape [15]	22
Figure 8 : empreinte numérique en occlusion prise par l'empreinte 3 Shape [illustration personnelle]	22
Figure 9 : interface Modjaw pour la création du fichier patient [13]	24
Figure 10 : interface Modjaw importation des fichiers STL [illustration personnelle]	24
Figure 11 : interface Modjaw contrôle de l'alignement des images CBCT [illustration personnelle]	25
Figure 12: vue occlusale de l'arcade mandibulaire et des points de recalage [illustration personnelle]	25
Figure 13 : zoom sur la position du dentalé [illustration personnelle]	26
Figure 14 : illustration du calibrage de la TIARA avec le stylet TALLY [13]	26
Figure 15 : illustration du pistolet de résine chémo-polymérisable (type bis-acryl) [illustration personnelle]	27
Figure 16: photo endo-buccale secteur droit en occlusion avec la fourchette positionnée [illustration personnelle]	28
Figure 17 : photo endo-buccale secteur gauche en occlusion illustrant la position de la fourchette [illustration personnelle]	28
Figure 18 : patiente équipée des différents composants Modjaw [illustration personnelle]	29
Figure 19 : illustration du bon positionnement de la caméra [13]	29

Figure 20 : illustration Modjaw de l'enregistrement des points de référence extra-oraux [12]	30
Figure 21: illustration Modjaw de l'enregistrement des points intra-oraux [13]	31
Figure 22 : photo vue de face de l'installation Modjaw au fauteuil [illustration personnelle]	33
Figure 23 : photo vue de dos de l'installation Modjaw au fauteuil [illustration personnelle]	33
Figure 24 : illustration des images CBCT sur le logiciel MeshMixer [illustration personnelle]	34
Figure 25 : illustration de la partie à supprimer (partie orange) [illustration personnelle]	34
Figure 26 : illustration après suppression de la partie sélectionnée [illustration personnelle]	35
Figure 27 : images CBCT de la mandibule [illustration personnelle]	35
Figure 28 : images CBCT du maxillaire dissocié [illustration personnelle]	35
Figure 29 : interface MeshLab [illustration personnelle]	36
Figure 30 : Empreinte maxillaire [illustration personnelle]	36
Figure 31: Illustration des différents points de repères [illustration personnelle]	37
Figure 32 : Illustration des deux fichiers superposés vue de face [illustration personnelle]	37
Figure 33 : Illustration des deux fichiers superposés vue occlusale [illustration personnelle]	38
Figure 34 : interface iMovie [illustration personnelle]	38
Figure 35 : Qr code de la vidéo d'ouverture fermeture avec tracés	41
Figure 36 : Qr code de la vidéo d'ouverture fermeture sans tracés	41
Figure 37 : Qr code de la vidéo illustrant la propulsion avec tracés	42
Figure 38 : Qr code de la vidéo illustrant la propulsion sans tracés	42
Figure 39 : Qr code illustrant la diduction gauche sans tracés	43
Figure 40 : Qr code illustrant la diduction gauche avec tracés	43
Figure 41 : Qr code illustrant la diduction droite sans tracés	44
Figure 42 : Qr code de la vidéo illustrant la diduction droite avec tracés	44
	52

Figure 43 : Qr code de la vidéo illustrant la mastication sans tracés	45
Figure 44 : Qr code de la vidéo illustrant la mastication avec tracés	45
Figure 45 : Qr code de la vidéo illustrant la fonction de déglutition	46
Figure 46 : Qr code de la vidéo illustrant la fonction de phonation	46
<i>Figure 47 : Qr code de la vidéo illustrant la para fonction de grincement</i>	47
Figure 48 : Qr code de la vidéo illustrant l'espace libre d'innocclusion	47
Figure 49 : Qr code illustrant la vidéo représentant la manipulation de la relation centrée	48

## Références bibliographiques

1. Sandretto T. Occlusodontie. Bull L'Union Natl Pour L'Intérêt L'Orthopédie Dento-Faciale. 2007;(33):14-9.
2. Lee SJ, Reeves TC, Dale TCE. A Significant Contributor to the Field of Educational Technology. Educ Technol. 2007;47(6):56-9.
3. Occupational Education, Oklahoma State University, Stillwater, Oklahoma, E. Baukal C, B. Ausburn F, Occupational Education, Oklahoma State University, Stillwater, Oklahoma, J. Ausburn L, Occupational Education, Oklahoma State University, Stillwater, Oklahoma. A Proposed Multimedia Cone of Abstraction: Updating a Classic Instructional Design Theory. - Manag J Educ Technol. 2013;9(4):15-24.
4. Hussain I. Pedagogical Implications of VARK Model of Learning. Revue de Littérature, Langues et Linguistique vol 38. 2017. 33-37
5. Sreenidhi SK, Tay Chinyi H. Styles of Learning Based on the Research of Fernald, Keller, Orton, Gillingham, Stillman, Montessori and Neil D Fleming. International Journal for Innovative Research In Multidisciplinary Field. ISSN – 2455-0620 3, (4) ,2017 17-25.
6. Auger M. Réalisation d'une vidéo pédagogique : le traitement endodontique initial (Thèse d'exercice de chirurgie dentaire) Université de Lille. 2021. 66p.
7. Omar E. Perceptions of Teaching Methods for Preclinical Oral Surgery: A Comparison with Learning Styles. Open Dent J. 2017; 11:109-19.
8. Murphy RJ, Gray SA, Straja SR, Bogert MC. Student learning preferences and teaching implications. J Dent Educ. 2004 ;68(8) :859-66.
9. Bohin M. Contribution à l'élaboration d'un outil pédagogique audiovisuel en occlusodontologie. (Thèse d'exercice en chirurgie dentaire) Université de Nice. 2017. 57p.
10. Modjaw™ - Entreprise Team Modjaw dentistry - The futur of smile design [Internet]. Disponible sur : <https://www.modjaw.com/fr/a-propos.html> [consulté en 2023]
11. Duminil G. Contrôle de l'occlusion avec de nouvelles technologies. Revue Odonto Stomato.2017. (46) : 197 - 210.
12. Bapelle M. Les déterminants postérieurs de la cinématique mandibulaire : revue de littérature et analyse d'enregistrements Modjaw (Thèse d'exercice de chirurgie dentaire) Université de Nice. 2020. 114p.
13. MODJAW. Tech In Motion By MODJAW. France. 2021. 60p.
14. Grand M. Le Modjaw Tech in motion ® : présentation de l'utilisation du système à travers la réalisation d'un cas clinique. (Thèse d'exercice de chirurgie dentaire) Université de Nice. 2021. 113p.

15. 3Shape [Internet] 3Shape Dental System – logiciel de CAO pour laboratoires. Disponible sur : <https://www.3shape.com/fr/software/dental-system> [consulté en 2023]
16. Modaine V. Réalisation de vidéos rééducatives fonctionnelles à destination des patients du service de prothèse maxillo-faciale du CHRU de LILLE. (Thèse d'exercice de chirurgie dentaire) Université de Lille ; 2020. 71p.
17. Dubromez J. Les outils numériques au service de la pédagogie : apport du Modjaw® dans l'apprentissage initial de l'occlusodontologie et de la cinématique mandibulaire à la faculté de Chirurgie dentaire de Nice. (Thèse d'exercice de chirurgie dentaire) Université de Nice. 2020. 116p.
18. Gatien PC. Conception de vidéos pédagogiques dans le cadre des travaux pratiques des étudiants de deuxième année : réalisation de couronnes provisoires en résine bis-acryl par isomoulage. (Thèse d'exercice de chirurgie dentaire) Université de Lille. 2022. 62p.
19. Bonnefoy C, Chikhani L, Dichamp J. Anatomie descriptive et fonctionnelle de l'articulation temporo-mandibulaire. Actual Odonto-Stomatol. 2013;(265):4-18.
20. Botelho MG, Gao X, Jagannathan N. A qualitative analysis of students' perceptions of videos to support learning in a psychomotor skills course. Eur J Dent Educ Off J Assoc Dent Educ Eur. févr 2019;23(1):20-7.

Réalisation de vidéos pédagogiques illustrant la cinématique mandibulaire à l'aide de l'outil MODJAW® pour la Faculté d'Odontologie de Lille

**Léa GARIN** - p.56 : 49 ill. ; 20 réf

**Domaines** : occlusodontie ; anatomie dentaire ; articulation temporo-mandibulaire

**Mots clés Libres** : vidéos pédagogiques, mouvements dentaires, méthode apprentissage, Modjaw®, cinématique mandibulaire

#### Résumé de la thèse

Les vidéos pédagogiques dans le cadre des enseignements de sciences anatomiques et d'occlusodontie, vont permettre aux étudiants entrant dans le cursus d'Odontologie d'acquérir une meilleure approche de la cinématique mandibulaire.

Nous avons fait le choix d'utiliser le Modjaw® pour enregistrer les mouvements mandibulaires. A ce dernier, nous y avons associé des images CBCT pour visualiser le déplacement du condyle dans la fosse mandibulaire.

Ces vidéos répondent aux différentes méthodes d'apprentissages explicités par Flemming en 1992.

Elles seront disponibles sur la plateforme Lille POD.

#### **JURY** :

**Président** : Monsieur le Professeur Thomas Colard

#### **Assesseurs** :

Madame le Docteur Mathilde Savignat

Monsieur le Docteur Jérôme Vandomme

Madame le Docteur Amélie de Broucker

#### **Adresse de l'auteur** :