

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

Année de soutenance : 2021

N°:

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

Présentée et soutenue publiquement le 6 JUILLET 2021

Par Sophie NIEUWJAER

Née le 14 septembre 1995 à Villeneuve d'Ascq, France

Apport de la CAO dans la réhabilitation du guidage antérieur : réalisation de supports pédagogiques pour les travaux pratiques de la faculté de chirurgie dentaire de Lille.

**JURY**

Président :

Monsieur le Professeur BEHIN Pascal

Assesseurs :

Madame le Docteur SAVIGNAT Mathilde

Monsieur le Docteur VANDOMME Jérôme

Madame le Docteur DEHURTEVENT Marion

Président de l'Université	:	Pr. J-C. CAMART
Directeur Général des Services de l'Université	:	M-D. SAVINA
Doyen	:	E. BOCQUET
Vice-Doyen	:	A. de BROUCKER
Responsable des Services	:	S. NEDELEC
Responsable de la Scolarité	:	M. DROPSIT

## **PERSONNEL ENSEIGNANT DE L'U.F.R.**

### **PROFESSEURS DES UNIVERSITES :**

P. BEHIN	Prothèses
T. COLARD	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
E. DELCOURT-DEBRUYNE	Professeur Emérite Parodontologie
C. DELFOSSE	Responsable du Département d'Odontologie Pédiatrique
E. DEVEAUX	Dentisterie Restauratrice Endodontie

**MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES**

K. AGOSSA	Parodontologie
T. BECAVIN	Dentisterie Restauratrice Endodontie
A. BLAIZOT	Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale.
P. BOITELLE	Prothèses
<b>F. BOSCHIN</b>	Responsable du Département de <b>Parodontologie</b>
<b>E. BOCQUET</b>	Responsable du Département d' <b>Orthopédie Dento-Faciale</b> <b>Doyen de la Faculté de Chirurgie Dentaire</b>
<b>C. CATTEAU</b>	Responsable du Département de <b>Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale.</b>
X. COUDEL	Biologie Orale
A. de BROUCKER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
M. DEHURTEVENT	Prothèses
T. DELCAMBRE	Prothèses
F. DESCAMP	Prothèses
M. DUBAR	Parodontologie
A. GAMBIEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
F. GRAUX	Prothèses
<b>P. HILDEBERT</b>	Responsable du Département de <b>Dentisterie Restauratrice Endodontie</b>
C. LEFEVRE	Prothèses
J.L. LEGER	Orthopédie Dento-Faciale
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>
T. TRENTESAUX	Odontologie Pédiatrique
<b>J. VANDOMME</b>	Responsable du Département de <b>Prothèses</b>

### ***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 Pascal BEHIN**

**Professeur des Universités – Praticien Hospitalier des CSERD**

*Section Réhabilitation Orale Département Prothèses*

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur en Odontologie de l'Université Paris Descartes Habilitation à Diriger des  
Recherches - Université de Lille

Certificat d'Etudes Supérieures de Biomatériaux dentaires - Paris Descartes

Certificat d'Etudes Supérieures de Prothèse Fixée - Paris Descartes

Responsable Unité Fonctionnelle de Prothèses

Je vous remercie de me faire l'honneur  
d'accepter la présidence de cette thèse. Je suis  
fière d'avoir pu bénéficier de vos enseignements  
toujours d'une grande qualité.

Veillez trouver ici l'expression de ma  
gratitude et de mon plus grand respect envers  
vous.

**Madame le Docteur Mathilde SAVIGNAT**

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

*Section Réhabilitation Orale*

*Département Sciences Anatomiques*

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur en Odontologie de l'Université de Lille2

Master Recherche Biologie Santé - Spécialité Physiopathologie et Neurosciences

Responsable du Département des Sciences Anatomiques

Assesseur PACES

Je tiens à vous remercier d'avoir accepté de siéger dans ce jury. Je vous remercie pour la qualité de votre enseignement dont j'ai pu bénéficier lors de mon cursus initial et qui se poursuit avec le DU d'occlusodontie. J'admire la patience et la bienveillance dont vous avez toujours fait preuve à l'égard des étudiants.

Soyez assurée de ma sincère estime envers vous.

**Monsieur le Docteur Jérôme VANDOMME**

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

*Section Réhabilitation Orale Département Prothèses*

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur en Biologie Cellulaire de l'Université de Lille2

Master II Biologie Santé

Master I des Sciences Biologiques et Médicales

Responsable du Département de Prothèses Assesseur aux Nouvelles Technologies

C'est un plaisir et un honneur de vous avoir en tant que membre de ce Jury. Vous m'avez transmis votre savoir avec pédagogie et bienveillance et je vous en remercie. Je vous suis reconnaissante de m'avoir accompagnée tout au long de mon cursus hospitalo-universitaire notamment lors de mon année de T1.

Veillez trouver dans ce travail toute ma gratitude et mon plus profond respect.



**Madame le Docteur Marion DEHURTEVENT**

**Maître de Conférences des Universités – Praticien hospitalier des CSERD**

*Section Réhabilitation Orale Département Prothèses*

Docteur en Chirurgie Dentaire

Assesseur aux Nouvelles Technologies

Je suis honorée d'avoir pu réaliser cette thèse à vos côtés et je vous remercie de la confiance que vous m'avez accordée pour mener à bien ce travail. Merci pour votre rigueur, votre disponibilité et votre bienveillance tout au long de cette dernière année.

Vous trouverez dans ce travail l'expression de mon respect et ma plus grande reconnaissance.

*A mes proches,*





## **Table des abréviations**

ADEE : Association for Dental Education in Europe  
ATM : Articulation Temporo-Mandibulaire  
CAO : Conception Assistée par Ordinateur  
CES : Certificat d'Études Supérieures  
CFAO : Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur  
DU : Diplôme Universitaire  
ECOS : Examen Clinique Objectif Structuré  
ED : Enseignement Dirigé  
OIM : Occlusion d'Intercuspitation Maximale  
PAO : Plan Axio-Orbitaire  
TCS : Test de Concordance de Script  
UELC : Unité d'Enseignement Librement Choisie

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b> .....	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>Le guidage antérieur</b> .....	<b>17</b>
2.1	Définition et fonction.....	17
2.1.1	En statique.....	17
2.1.2	En dynamique.....	19
2.1.2.1	La propulsion.....	19
2.1.2.2	La diduction.....	21
2.2	Restaurations prothétiques associées à un guidage antérieur.....	23
2.2.1	Guidage antérieur présent et fonctionnel.....	23
2.2.2	Guidage antérieur déficient.....	25
<b>3</b>	<b>Pédagogie : l'enseignement du guidage antérieur restauré à l'aide de la CAO</b> .....	<b>28</b>
3.1	Objectifs de l'enseignement.....	28
3.2	Les méthodes d'enseignement.....	30
3.3	Les outils pédagogiques.....	33
3.4	Les outils d'évaluation.....	35
<b>4</b>	<b>Réalisation de supports pédagogiques sur Dental Wings®</b> .....	<b>40</b>
4.1	Cahier des charges des tutoriels.....	40
4.2	Tutoriel numéro 1 : « Paramétrage de l'articulateur virtuel et numérisation des modèles ».....	42
4.3	Tutoriel numéro 2 : « Guidage antérieur : des couronnes provisoires à celles d'usage ».....	44
<b>5</b>	<b>Discussion</b> .....	<b>46</b>
<b>6</b>	<b>Conclusion</b> .....	<b>48</b>
<b>7</b>	<b>Références bibliographiques</b> .....	<b>49</b>
<b>8</b>	<b>Table des illustrations</b> .....	<b>53</b>
<b>9</b>	<b>Table des tableaux</b> .....	<b>54</b>
<b>10</b>	<b>Annexes</b> .....	<b>55</b>
	Annexe 1 : Tutoriel pour le paramétrage de l'articulateur virtuel et la numérisation des modèles.....	55
	Annexe 2 : Tutoriel pour la restauration du guidage antérieur : des couronnes provisoires à celles d'usage.....	70
	Annexe 3 : Questionnaire d'analyse d'un cours.....	95

# 1 Introduction

Les dents antérieures ont un rôle primordial pour l'esthétique du patient ainsi que pour les différentes fonctions de mastication, déglutition et phonation. Dans ce secteur, le guidage antérieur est défini comme le rapport incisivo-canin inter-arcade. En situation idéale, ce guidage représente un modèle théorique pour aider le praticien lors des réhabilitations antérieures. Sa restauration s'inscrit dans une démarche globale de prise en charge des patients.

Le mot « pédagogie » est le plus souvent employé pour « désigner toute activité déployée par une personne pour provoquer, développer, faciliter des apprentissages précis chez une autre personne » [1]. L'enseignement du guidage antérieur fait partie intégrante de la formation initiale des étudiants en odontologie. Parallèlement, la formation initiale et continue en odontologie intègrent également l'enseignement de Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur (CFAO) pour être en adéquation avec la profession et les recommandations européennes [2]. Ces deux thématiques sont conjointement liées. En effet, la CFAO occupe une place indéniable dans la réalisation de restaurations prothétiques antérieures.

L'enseignement pratique de la Conception Assistée par Ordinateur (CAO) en chirurgie dentaire nécessite le plus souvent le recours à des tutoriels. Ces outils sont mis à disposition pour les étudiants novices afin de les aider à se former en autonomie. Ils renforcent la motivation des étudiants et permettent une première approche du logiciel sous forme d'exemples pratiques réalisés étape par étape. De plus, ces outils permettent à l'enseignant de superviser sa séance soit en aidant individuellement un étudiant en difficulté, ou au contraire pousser ceux qui ont plus d'aisance à aller plus loin [3]. L'intérêt porté par les étudiants sur les tutoriels suggère que leur développement doit être étendu [4].

L'objectif de ce travail a été d'élaborer un tutoriel pour l'enseignement de la CAO de restaurations périphériques antérieures avec le logiciel Dental Wings® (Straumann®). La création de ces supports reprend le paramétrage d'un articulateur

virtuel, la numérisation des modèles maxillaire et mandibulaire, la CAO de couronnes antérieures provisoires ainsi que la CAO d'une couronne monolithique en technique dite « *cut-back* ». Cette technique repose sur la stratification partielle d'une couronne monolithique par de la céramique cosmétique [5]. Les tutoriels réalisés dans ce travail s'intègrent dans une base de données déjà existante qui est destinée à s'enrichir au fil du temps [4].



## **2 Le guidage antérieur**

### **2.1 Définition et fonction**

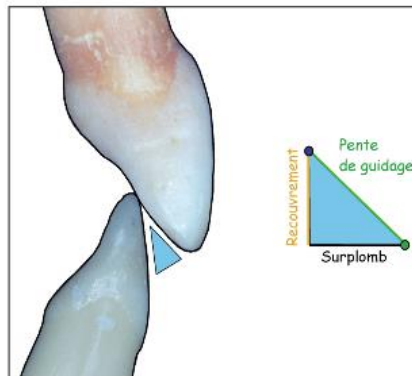
Le guidage antérieur est une relation incisivo-canine inter-arcade [6,7]. Un guidage antérieur théorique idéal est fonctionnel et s'inscrit dans le principe de protection mutuelle repris par Sabek [8]. Selon ce principe, les dents du secteur antérieur protègent celles postérieures lors des différents mouvements mandibulaires. Elles permettent une désocclusion postérieure et la liberté des mouvements mandibulaires. Le guidage antérieur peut varier selon l'anatomie, la musculature, les articulations ou encore les habitudes nocives des patients.

Le guidage antérieur théorique idéal est une référence pour aider les praticiens dans la réalisation de restaurations dentaires lors de l'examen des contacts occlusaux. Dans les autres cas, Orthlieb *et al* font alors la distinction entre un guidage a fonctionnel, caractérisé par une absence de contact, et un guidage dysfonctionnel associé à une entrave au mouvement mandibulaire idéal [9].

#### **2.1.1 En statique**

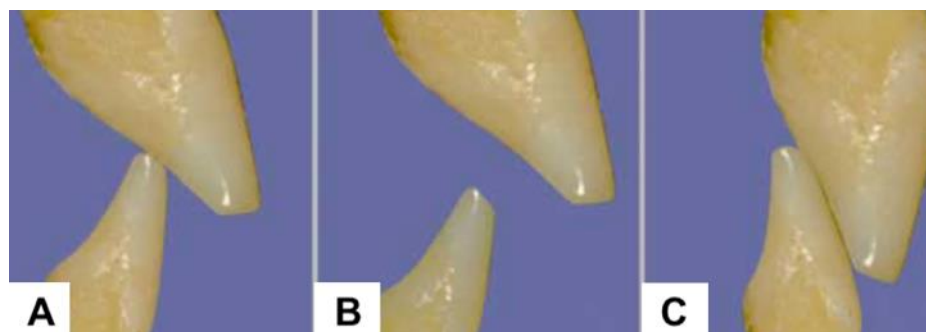
En occlusion d'intercuspitation maximale (OIM), les bords libres antérieurs mandibulaires sont en contact avec les crêtes marginales des incisives et canines maxillaires dans un contexte idéal de classe I d'Angle. Ces contacts sont simultanés, punctiformes et symétriques. En occlusion statique, l'espace libre fonctionnel antérieur est décrit comme l'espace antérieur à ces contacts inter-dentaires, il est également appelé « triangle de Slavicek » (Figure 1). Cet espace se situe entre la face palatine des dents antérieures maxillaires et la face vestibulaire des dents antérieures mandibulaires. Il dépend de la morphologie des faces palatines du secteur antérieur maxillaire, de la position dans l'espace des incisives et canines bi-maxillaires et du rapport inter-arcade. L'espace libre fonctionnel antérieur dépend donc du recouvrement, du surplomb et de la pente incisive. Dans une situation idéale, cet espace permet un mouvement atraumatique lors de la cinématique

mandibulaire. Si l'un des déterminants est modifié, alors son efficacité peut varier de fonctionnel à éventuellement afunctionnel ou dysfonctionnel.



*Figure 1 : schématisation de l'espace libre fonctionnel antérieur [10].*

Le guidage antérieur afunctionnel est caractérisé par une absence de contact inter-dentaire dans le secteur antérieur. La translation mandibulaire est donc associée uniquement aux déterminants postérieurs. Cette situation clinique concerne les classes 3 d'Angle, les cas de béance, de malpositions, de dents délabrées par pertes de substances, de couronnes non anatomiques ou encore d'un surplomb excessif [6]. A l'inverse, le guidage antérieur dysfonctionnel est un verrouillage de l'occlusion à l'origine d'une réduction de l'espace libre fonctionnel. Il est associé à une entrave à la translation mandibulaire. Cette situation clinique peut concerner les classes II.2 d'Angle, les malpositions, les égressions dentaires ainsi que des restaurations défectueuses (Figure 2) [11].



*Figure 2 : position statique d'un contact inter-dentaire entre une incisive maxillaire et mandibulaire pouvant être à l'origine d'un guidage antérieur fonctionnel (A), afunctionnel (B) et dysfonctionnel (C) [7].*

## 2.1.2 En dynamique

Lors de la fonction mandibulaire, le guidage antérieur théorique a essentiellement un rôle proprioceptif avec l'intervention des différents récepteurs au niveau desmodontal, musculaire et de l'articulation temporo-mandibulaire (ATM). Ce guidage permet une perception précise du mouvement évitant ainsi les traumatismes occlusaux au cours de la mastication et de la phonation. L'étude théorique dynamique du guidage antérieur s'intéresse le plus souvent à la propulsion dans le sens sagittal et aux diductions droite et gauche dans le sens transversal.

### 2.1.2.1 La propulsion

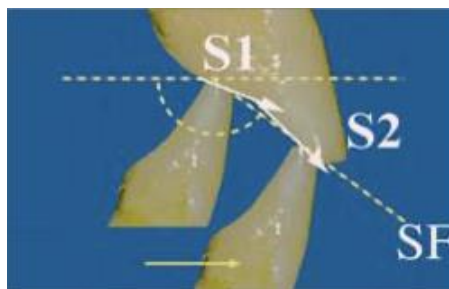
Lors de la propulsion, les bords libres des incisives mandibulaires glissent contre les faces palatines des dents antérieures maxillaires de l'OIM jusqu'au bout à bout incisif (Figure 3). Ce mouvement est à l'origine d'un désengrènement des dents postérieures. L'éloignement des surfaces occlusales dépend selon les auteurs de différents facteurs tels que la pente incisive, la pente canine, la pente condylienne, la hauteur des cuspidés, l'inclinaison du plan d'occlusion et enfin la profondeur de la courbe de Spee [12–15].



*Figure 3 : photographies intra-buccales montrant le passage de l'OIM (A) jusqu'au bout à bout incisif (B) avec désengrènement des secteurs postérieurs (C) lors de la propulsion [7].*

La pente incisive varie selon la morphologie des faces palatines des incisives maxillaires. Selon Slavicek, les faces palatines de ces dents peuvent être divisées en deux parties S1 et S2 (Figure 4) [16]. La partie S1 est convexe et correspond au bombé du talon incisif, alors que la partie S2 est concave et plus proche du bord

libre. L'angle formé entre la projection du plan axio-orbitaire (PAO) et la première section (S1) est peu angulé, tandis que l'angle formé entre le PAO et la deuxième section (S2) est pentu [16]. L'ensemble de ces deux sections matérialise la pente incisive et correspond à la projection du déplacement de l'incisive mandibulaire entre le point de départ en OIM jusqu'à la position de bout à bout incisif lors de la propulsion. L'angle formé entre cette droite et la projection du PAO correspond à l'angle de la pente incisive (SF). En 1990, Michielin *et al* ont calculé les valeurs moyennes des angles S1 ( $47^{\circ} \pm 8,5^{\circ}$ ), S2 ( $71^{\circ} \pm 7,9^{\circ}$ ) et SF ( $65^{\circ}$  pour l'incisive centrale et  $54^{\circ}$  pour l'incisive latérale) par rapport au PAO [17].



*Figure 4 : représentation des segments S1 et S2 de la face palatine d'une incisive maxillaire ainsi que la pente incisive [7].*

L'interdépendance entre les déterminants antérieurs et postérieurs lors de la propulsion porte à débat. Certains auteurs comme Villain, McHorris, Slavicek ou encore Valentin et Yakhou défendent l'idée d'une corrélation entre l'angle de la pente condylienne et celui de la pente incisive [7,12,15,17,18]. L'angle de la pente condylienne correspond dans le plan sagittal à un angle formé entre le PAO et une sécante au trajet de propulsion ayant pour point de départ l'OIM et point d'arrivée le bout à bout incisif [19]. Selon eux, l'angle de la pente incisive doit être supérieur de  $10^{\circ}$  par rapport à celui de la pente condylienne et les pentes des dents pluricuspidées doivent être adaptées pour permettre une désocclusion bilatérale postérieure sans interférence. D'autres auteurs comme Dawson, Pelletier et Campbell ou encore Ogawa *et al* expliquent que l'inclinaison de la pente incisive entraîne une désocclusion postérieure indépendamment de la valeur de l'angle de la pente condylienne [15,17,20].

Aujourd'hui, des études menées par Michielin *et al* et Orthlieb ont montré l'absence de corrélation significative entre les angles de la pente condylienne et de la

pente incisive. Cependant, une corrélation existe entre l'angle de la pente condylienne et l'angle formé entre le plan d'occlusion et l'ensemble des pentes du groupe incisivo-canin maxillaire. Selon ces auteurs, la pente condylienne doit donc tout de même être prise en compte lors d'une restauration du guidage antérieur [12,17]. Suivant ce principe, la pente incisive doit être rehaussée afin d'éviter les interférences lorsque la pente condylienne est faible, les cuspidés des secteurs postérieurs marqués et que la courbe de Spee est accentuée.

Le guidage antérieur a fonctionnel est caractérisé par les angles des pentes incisives et canines nuls à l'origine d'interférences postérieures en propulsion. A l'inverse, le guidage antérieur dysfonctionnel est objectivé par une accentuation des pentes du groupe incisivo-canin entraînant une réduction de l'espace libre fonctionnel [21]. Ces guidages a fonctionnels ou dysfonctionnels peuvent avoir comme conséquences des risques de pathologies musculaires ou articulaires ainsi qu'une usure, une augmentation de la mobilité dentaire si le support parodontal est diminué ou encore une migration des dents sur-sollicitées.

### **2.1.2.2 La diduction**

Le mouvement de diduction peut être pris en charge soit par la canine seule (fonction canine) (Figure 5), soit celle-ci associée à d'autres dents adjacentes (fonction de groupe) (Figure 6). La fonction de groupe permet d'améliorer l'efficacité masticatoire et limite la possible surcharge occlusale de la canine. Toutefois, celle-ci augmente le risque d'abrasion des structures dentaires sollicitées [13]. La fonction de groupe est totale lorsque toutes les dents cuspidées du côté travaillant prennent en charge le mouvement, ou partielle lorsque seules quelques dents entrent en contacts. Dans les deux situations, la canine intervient nécessairement. Les canines ont un rôle privilégié dans les mouvements de diduction par leur anatomie, leur position, leur ancrage radiculo-osseux conséquent et leur proprioception desmodontale développée. Elles protègent les dents adjacentes des forces transversales [13]. En situation idéale, le mouvement de diduction entraîne un désengrènement des dents controlatérales [22,23].



*Figure 5 : photographies intra-buccales illustrant le départ de l'OIM (A) vers la diduction gauche avec protection canine sans interférence du côté non travaillant (B) [23].*



*Figure 6 : photographies intra-buccales illustrant le départ de l'OIM (A) vers la diduction gauche avec protection de groupe sans interférence du coté non travaillant (B) [23].*

L'anatomie de la canine maxillaire se distingue des incisives par une face palatine d'aspect plan voir convexe. La canine possède une pente de guidage, appelée pente canine, qui participe idéalement aux translations mandibulaires. L'angle formé entre la pente canine et le PAO doit être entre  $45^{\circ}$  et  $51^{\circ}$  [14,17]. Cet angle est plus faible d'environ  $10^{\circ}$  par rapport l'angle de la pente incisive latérale. Peu d'études se prêtent à décomposer la face palatine de la canine comme l'a fait Slavicek pour l'incisive. L'une d'entre elles établit l'angle C1 (par analogie à S1) à  $44^{\circ} \pm 8,4^{\circ}$  et C2 (par analogie à S2) à  $57^{\circ} \pm 8,8^{\circ}$  par rapport au PAO [17].

Lors de la réhabilitation prothétique du guidage antérieur, les praticiens tendent à s'orienter préférentiellement vers le concept occlusal de la fonction canine. En effet, sa mise en œuvre est plus simple techniquement et diminue le risque de créer des interférences occlusales postérieures iatrogènes. Toutefois, le praticien doit impérativement en amont de la réhabilitation s'assurer du support parodontal de la canine afin que la dent puisse supporter les contraintes masticatoires [11,23]. Lors de

traitements prothétiques peu invasifs ou orthodontiques, la fonction canine symétrique avec une faible désocclusion postérieure est recherchée si la planification thérapeutique n'est pas trop invasive [21]. Dans le cas où la restauration canine serait implanto-portée, de nombreux auteurs privilégient une fonction de groupe pour limiter l'application des forces occlusales [24,25].

La courbe de Wilson participe à la cinématique mandibulaire lors de la diduction. Elle correspond à l'inclinaison vestibulaire progressive des prémolaires et molaires dans le plan frontal. Ces courbes d'angulations croissantes dans le sens antéro-postérieur permettent d'éviter les interférences non travaillantes [20]. La pente canine et les courbes de Wilson participent donc à un espace libre fonctionnel performant.

Lors de la diduction, le guidage antérieur a fonctionnel peut être à l'origine de contacts non travaillants ou d'une surcharge des dents postérieures aux contacts travaillants. Il peut entraîner une déviation ou une limitation des mouvements mandibulaires [7]. A l'inverse, le guidage antérieur dysfonctionnel est à l'origine d'une pente incisivo-canine excessive. Ces guidages déficients ou absents peuvent induire des contraintes articulaires ou musculaires, une migration dentaire, une usure prématurée, des contraintes ligamentaires ou encore parodontales sur la ou les dents sur-sollicitées [7,15,16].

## ***2.2 Restaurations prothétiques associées à un guidage antérieur***

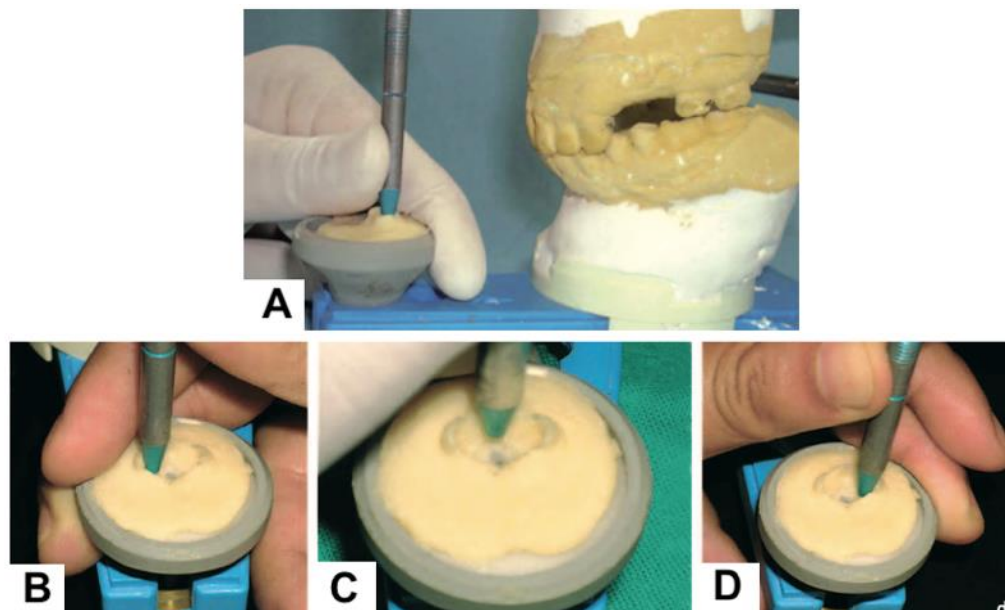
L'analyse détaillée du guidage antérieur oriente le plan de traitement prothétique des restaurations antérieures maxillaires.

### **2.2.1 Guidage antérieur présent et fonctionnel**

Lors de la restauration prothétique de l'ensemble des dents antérieures maxillaires, une retranscription du guidage antérieur à l'identique est possible sous

condition d'un guidage fonctionnel et d'une absence de symptomatologie douloureuse de l'appareil manducateur [9]. Dans le cas contraire, un traitement d'occlusodontie devra être envisagé au préalable pour libérer la compression articulaire et tenter de réduire les douleurs. Lors de la restauration, une table incisive personnalisée permet d'enregistrer la forme et l'orientation de la morphologie palatine du bloc antérieur maxillaire [12,26]. Son protocole de réalisation est standardisé :

- les modèles maxillaire et mandibulaire sont montés sur articulateur à l'aide de l'arc facial ;
- la tige incisive de l'articulateur est remontée de 2 mm ;
- de la résine auto-polymérisable ou photo-polymérisable est placée sur la table incisive et les mouvements de propulsion et diduction sont réalisés successivement jusqu'à la polymérisation du matériau (Figure 7). Une feuille de polyéthylène peut être interposée pour éviter une usure des modèles en plâtre lors des mouvements.



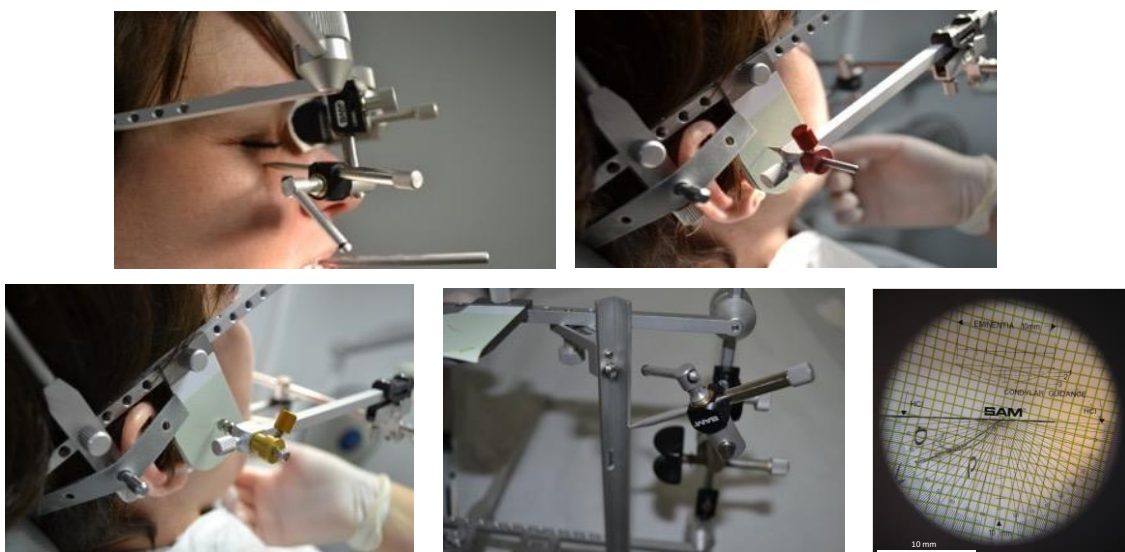
*Figure 7 : photographies illustrant la réalisation d'une table incisive personnalisée. A : les modèles sont montés sur articulateur ; B, C et D : les mouvements de propulsion, latéralité droite et gauche, sont réalisés et guident le façonnage de la résine sur la table incisive [26].*



## 2.2.2 Guidage antérieur déficient

La restauration d'un guidage antérieur déficient voir absent (dysfonctionnel et afunctionnel) doit respecter le gradient thérapeutique selon le diagnostic posé. La prise en charge peut être orthodontique, prothétique, chirurgicale ou conservatrice par des restaurations directes. La prise en charge est souvent associée à un traitement d'occlusodontie pour lever une pathologie musculo-articulaire au niveau des ATM [11,20]. Une améloplastie (additive ou soustractive) est le plus souvent indiquée pour rétablir un guidage fonctionnel suite à une étude occlusale préalable de sa faisabilité [6].

Même si l'implication des déterminants postérieurs est controversée, leur utilisation est largement répandue lors de la reconstruction prothétique d'un guidage antérieur déficient ou absent. Les valeurs des angles des pentes condyliennes et du mouvement de Bennett peuvent être calculées à l'aide d'une axiographie. Une radiographie panoramique peut également être utilisée pour déterminer l'angle de la pente condylienne. L'axiographie a pour avantage d'établir par la même occasion un examen complémentaire pour le diagnostic des troubles articulaires indiquant ou non la nécessité d'un traitement préalable (Figure 8). À partir des valeurs obtenues, les déterminants postérieurs sont programmés sur l'articulateur adaptable avec une table incisive réglable (Figure 9) [27].



*Figure 8 : réalisation de l'axiographie et tracé obtenu (photographies du Dr Dehurtevent).*

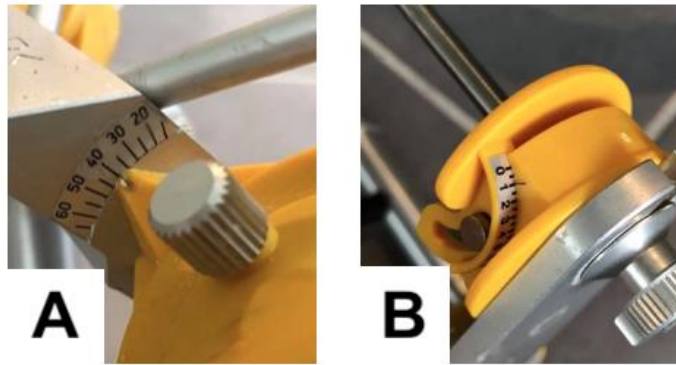
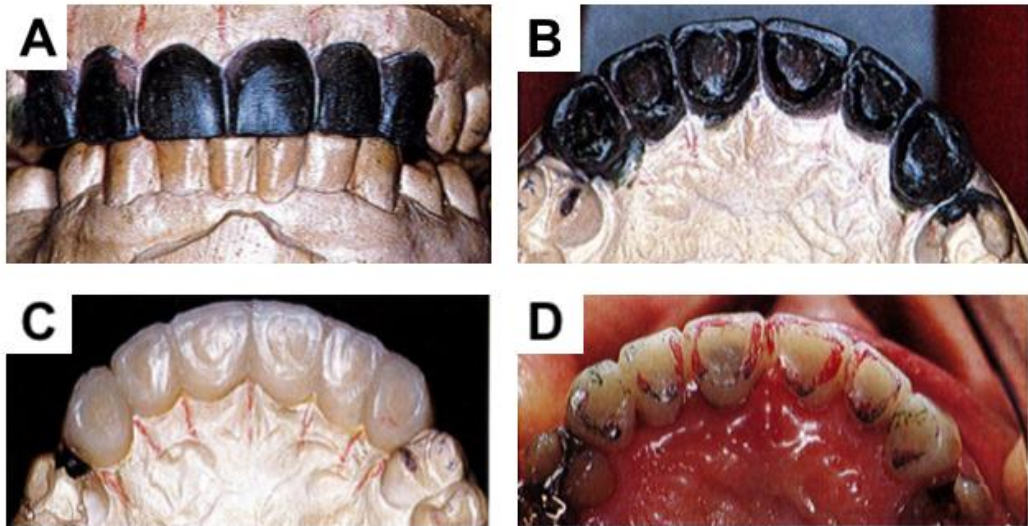


Figure 9 : programmation de la pente condylienne (A) et de la table incisive (B) de l'articulateur (photographies personnelles).

Lors de la réalisation d'une réhabilitation prothétique d'un guidage antérieur déficient, il convient de suivre le protocole suivant :

- les modèles maxillaire et mandibulaire sont montés sur articulateur adaptable à l'aide de l'arc facial ;
- réglage de l'inclinaison de la table incisive : pour les incisives, inclinaison de  $10^{\circ}$  par rapport à la pente condylienne la plus pentue obtenue lors du tracé axiographique, pour les canines cette inclinaison est poussée à  $20^{\circ}$  ;
- réalisation du projet esthétique et des cires de diagnostic (*wax-up*) sur l'articulateur (Figure 10) ;
- validation du projet prothétique avec le patient, éventuellement à l'aide de *mock-up* ;
- réalisation des prothèses transitoires suivant les cires de diagnostic. La vérification et le réglage se font selon les paramètres statiques et dynamiques d'un guidage incisif fonctionnel et esthétique. Les rectifications se font par adjonction ou élimination de matériau (Figure 10) [26,28,29] ;
- validation des prothèses transitoires et du guidage fonctionnel après une période de temporisation ;
- réalisation des prothèses d'usage selon le protocole d'un guidage antérieur fonctionnel.



*Figure 10 : modélisation des cires de diagnostic du secteur antérieur maxillaire en vue vestibulaire (A) et occlusale (B) sur modèle en plâtre ; reconstitutions provisoires issues des cires de diagnostic sur modèle en plâtre (C) ; reconstitutions provisoires en endobuccal avec la mise en évidence de la répartition des contacts (D) [29].*

### **3 Pédagogie : l'enseignement du guidage antérieur restauré à l'aide de la CAO**

#### **3.1 Objectifs de l'enseignement**

L'objectif général d'un enseignement médical est de fournir des compétences d'un savoir-agir aux étudiants tout en achevant l'ensemble du programme. Il doit permettre à l'apprenant de développer non seulement des connaissances mais aussi des réflexions, des capacités pratiques et des conduites qui faciliteront par la suite l'apprentissage autonome [30]. L'enseignement du guidage antérieur et de la CFAO dans la formation initiale est hétérogène d'une faculté à l'autre. Néanmoins, les objectifs pédagogiques restent similaires. L'ADEE (*Association for Dental Education in Europe*) au travers du projet DentEd a établi le « Profil et compétences du futur odontologue européen » dans le but d'harmoniser les études dentaires en Europe [2,31]. Depuis la première version, ces dernières doivent respecter la déclaration de Bologne de 1999 qui structure le cursus universitaire en différents cycles donnant accès au grade de licence, master et doctorat, et introduit un système de crédits (ECTS) permettant une certaine équivalence au niveau européen [32]. Selon l'ADEE, les notions de guidage antérieur et de CFAO s'intègrent dans les compétences prothétiques. Les étudiants doivent savoir :

- « conduire, expliquer et discuter la planification d'un traitement restaurateur ou prothétique dans le cadre global d'une thérapeutique de réhabilitation » ;
- « planifier et réaliser les procédures courantes de restauration prothétique incluant la préparation et la prise d'empreinte » ;
- « comprendre et appliquer les principes biomécaniques des prothèses fixes et amovibles couramment utilisées pour remplacer les dents absentes » ;
- « exécuter les traitements de réhabilitation fonctionnelle du système dentaire en mettant en œuvre les orthèses ou toutes les procédures

prothétiques, qu'elles soient unitaires, fixées, amovibles, partielles ou complètes » ;

- « développer une relation professionnelle avec le personnel auxiliaire des laboratoires de prothèse pour prescrire les matériaux et la technologie de la confection des prothèses » ;
- « conduire une démarche de contrôle de qualité des prothèses et des restaurations » ;
- « différencier les procédures de conception et de fabrication des prothèses ».

Suivant ces principes, l'enseignement en travaux pratiques de la restauration du guidage antérieur par CAO a pour objectif pédagogique que l'étudiant en formation initiale soit capable de [33] :

- appréhender un logiciel de CAO ;
- mener la CAO d'une restauration antérieure lors d'une mise en situation clinique ;
- comprendre la place que prend le prothésiste dans la chaîne de réalisation prothétique notamment avec la CAO de la restauration prothétique ;
- cerner les informations utiles et nécessaires à transmettre au prothésiste pour permettre une communication efficiente ;
- choisir les différents matériaux en fonction de leurs caractéristiques lors des diverses étapes cliniques et laboratoires (empreinte, restauration prothétique, assemblage) ;
- appréhender l'analyse du guidage antérieur pour pouvoir le diagnostiquer, le restaurer ainsi que l'expliquer au patient (avantages, limites, bénéfices et risques de la prise en charge) ;
- cibler les modifications à apporter au niveau d'une restauration pour favoriser un guidage fonctionnel.

### **3.2 Les méthodes d'enseignement**

L'enseignant va transmettre aux apprenants les objectifs pédagogiques selon ses méthodes d'enseignement. Les méthodes utilisées pour un même enseignement peuvent varier selon l'enseignant, sa vision ainsi que celle de l'institution dans laquelle il exerce. Dans la littérature, cinq méthodes peuvent être décrites [34] :

- méthode expositive : également appelée méthode passive, transmissive ou magistrale. Selon cette méthode, l'enseignant transmet le savoir sous forme d'un exposé comme lors d'un cours magistral. Ce dernier est placé comme averti du sujet et détenteur exclusif des informations, tandis que l'étudiant doit absorber ce qui lui est communiqué. Cette méthode limite l'interactivité entre les deux acteurs ;
- méthode démonstrative : dans cette situation, la méthode s'appuie sur l'intégration d'un savoir-faire par imitation comme lors des travaux pratiques (TP). Il y a d'abord une séquence de démonstration puis d'expérimentation et enfin de reformulation. L'enseignant montre puis fait faire à l'étudiant ;
- méthode interrogative ou maïeutique : selon cette méthode, l'enseignant pose une question et l'étudiant mobilise ses notions de départ, construit des liens et développe ses connaissances afin d'y répondre. Il est incité à exprimer ses idées et réflexions comme lors des présentations de cas cliniques. Cette méthode permet une proximité plus importante entre les deux acteurs ;
- méthode de découverte ou active : elle est le plus souvent menée par une activité réalisée en groupe facilitant l'échange. L'enseignant donne un problème afin que les étudiants l'évaluent et recherchent une solution à l'aide de leurs connaissances et expériences personnelles ;

- méthode expérientielle : celle-ci est basée sur l'expérimentation directe ou simulée, l'étudiant se forme par la pratique comme lors du compagnonnage en stage hospitalier ou lors de travaux pratiques. Après l'analyse des étapes et de l'objectif à atteindre, l'étudiant réalise lui-même le travail avec la possibilité de se faire corriger au fur et mesure de la séance.

Concernant l'enseignement de la CAO et du guidage antérieur, il apparaît indispensable de combiner les cours magistraux à un enseignement pratique via la manipulation d'un logiciel de CAO. Ces méthodes permettent de placer les étudiants dans une position active qui renforce leur motivation. L'enseignement du guidage antérieur passe par son analyse mais en particulier par sa restauration. Les étudiants doivent en comprendre les principes et savoir les appliquer pour leur permettre par la suite une prise en charge au fauteuil optimale.

En 2018, Guedou et Mahieu ont interrogé les enseignants des 16 facultés de chirurgie dentaire de France afin de faire un état des lieux sur l'enseignement de la CFAO lors du cursus universitaire [35]. Trente-trois réponses ont été récoltées auprès des sous-sections de prothèse et odontologie conservatrice. L'étude ne précise pas le nombre de questionnaires envoyés. Les enseignants de la faculté de Marseille n'ont pas répondu au questionnaire. D'après les enseignants interrogés ayant répondu, la CFAO est systématiquement vue en cours magistraux, auxquels peuvent être ajoutés des travaux pratiques (selon 90,9% des enseignants interrogés) et travaux dirigés (selon 51,5% des enseignants interrogés). Dans 85% des réponses recueillies, les étudiants bénéficient de plus de quatre heures de travaux pratiques et cours magistraux dédiés à la CFAO. La partie conception était plus précisément abordée dans les cours magistraux et travaux pratiques. Dans cette même étude, il apparaît que l'enseignement de la CFAO peut être abordé lors des différentes années du cursus universitaire, mais reste privilégié lors de la quatrième année, année correspondant également à l'entrée en clinique des étudiants.

Les résultats de cette étude peuvent cependant être critiqués. En effet, il apparaît que les pourcentages ne sont pas représentatifs au niveau national car les réponses de plusieurs enseignants d'une même faculté sont prises en compte au

même titre que celui qui aurait répondu seul pour sa faculté. De même l'étude ne précise pas si les questionnaires ont été envoyés uniquement aux titulaires ou à l'ensemble de l'équipe pédagogique. L'absence de répartition équivalente des réponses selon les facultés apporte des informations mais ne permet pas de généraliser les résultats.

L'enseignement de la CFAO représente une partie mineure du cursus universitaire des études de chirurgie dentaire. Pour approfondir leurs compétences dans ce domaine, les praticiens diplômés peuvent s'orienter vers des formations continues privées ou publiques. Les formations privées, d'une durée variable, sont le plus souvent dispensées par des regroupements de praticiens ou des industriels. Les formations publiques post-universitaires, d'une durée d'un ou deux ans, peuvent être proposées sous forme de Diplômes Universitaires (DU) ou Certificats d'Etudes Supérieures (CES). A ce jour seuls deux DU spécifiquement dédiés à la CFAO sont ouverts à la faculté de chirurgie dentaire de Toulouse et Montpellier (Tableau 1). Nous pouvons également ajouter la formation attestante en CFAO qui se déroule sur un an, proposée par l'université de Clermont-Ferrand et traite spécifiquement du sujet [36]. Néanmoins la CFAO est également développée dans les DU d'esthétique (Brest, Nice, Nantes, Marseille, Strasbourg, Montpellier) (Tableau 2) ou dans les certificats d'études supérieures (CES) de prothèse conjointe (Paris, Nantes, Nancy, Bordeaux, Montpellier, Toulouse, Nice, Rennes).

*Tableau 1 : présentation des Diplômes Universitaires de CFAO en France pour les praticiens diplômés [37,38].*

Faculté de chirurgie dentaire de Toulouse [37]	Faculté de chirurgie dentaire de Montpellier [38]
<b>Enseignements</b> : cours magistraux, travaux dirigés et pratiques	<b>Enseignements</b> : cours magistraux, travaux pratiques
<b>Durée</b> : 1 an – 65 heures	<b>Durée</b> : 1 an - 6 modules de 2 jours
<b>Effectif</b> : 20 personnes	<b>Effectif</b> : 18 personnes
<b>Tarif</b> : 2750 €	<b>Tarif</b> : 3000 €
<b>Évaluation</b> : présentielle (sur 20 points), rédaction d'un mémoire (50 points) et sa présentation orale (30 points), une moyenne finale $\geq 50/100$ pour l'obtention du diplôme est requise	<b>Évaluation</b> : une épreuve orale et présentation d'un mémoire



**Tableau 2 : présentation des Diplômes Universitaires et Diplômes d'Etudes Supérieures relatif à l'odontologie esthétique en France pour les praticiens diplômés [39–43].**

Brest [39]	Nice [40]	Nantes [41]	Marseille [42]	Strasbourg	Montpellier [43]
<p><b>Enseignements :</b> cours magistraux, travaux pratiques</p> <p><b>Durée :</b> 1 an – 8 modules – 84 heures</p> <p><b>Effectif :</b> Non renseigné</p> <p><b>Tarif :</b> 2500 €</p> <p><b>Évaluation :</b> épreuve écrite et oral</p> <p><b>Prérequis :</b> Diplôme d'état de Docteur en Chirurgie Dentaire, maîtrise de la langue française</p> <p><b>Modalités d'inscription :</b> dossier de candidature</p>	<p><b>Enseignements :</b> cours magistraux, travaux pratiques</p> <p><b>Durée :</b> 1 an – 9 modules de 2 jours</p> <p><b>Effectif :</b> 30 personnes</p> <p><b>Tarif :</b> 4500 €</p> <p><b>Évaluation :</b> présentielle, obtention de la moyenne à l'examen final écrit</p> <p><b>Prérequis :</b> Diplôme d'état de Docteur en Chirurgie Dentaire, maîtrise de la langue française</p> <p><b>Modalités d'inscription :</b> dossier de candidature</p>	<p><b>Enseignements :</b> cours magistraux, travaux pratiques</p> <p><b>Durée :</b> 2 ans – 134 heures</p> <p><b>Effectif :</b> 12 personnes</p> <p><b>Tarif :</b> 4200€</p> <p><b>Évaluation :</b> contrôle continu, présentation d'un plan de traitement esthétique en fin de 1<sup>ère</sup> année, présentation et soutenance d'un mémoire avec un traitement esthétique en fin de 2<sup>ème</sup> année</p> <p><b>Prérequis :</b> Diplôme d'état de Docteur en Chirurgie Dentaire, justifier de minimum 3 années consécutives d'activité professionnelle (en cabinet), maîtrise de la langue française</p> <p><b>Modalités d'inscription :</b> dossier de candidature accompagné d'une lettre de motivation et d'un CV. Entretien si la commission de recrutement l'estime nécessaire</p>	<p><b>Enseignements :</b> cours magistraux, travaux pratiques</p> <p><b>Durée :</b> 1 an – 7 modules de 2 ou 3 jours</p> <p><b>Effectif :</b> Non renseigné</p> <p><b>Tarif :</b> 3369€</p> <p><b>Évaluation :</b> présentielle, examen écrit avec une moyenne <math>\geq</math> 10/20</p> <p><b>Prérequis :</b> Diplôme d'état de Docteur en Chirurgie Dentaire</p> <p><b>Modalités d'inscription :</b> dossier de candidature avec lettre de motivation et CV</p>	<p><b>Enseignements :</b> cours magistraux, travaux pratiques</p> <p><b>Durée :</b> 1 an – 8 modules de 2,5 ou 3 jours</p> <p><b>Effectif :</b> Non renseigné</p> <p><b>Tarif :</b> Non renseigné</p> <p><b>Évaluation :</b> Non renseigné</p> <p><b>Prérequis :</b> Diplôme d'état de Docteur en Chirurgie Dentaire</p> <p><b>Modalités d'inscription :</b> Non renseigné</p>	<p><b>Enseignements :</b> cours magistraux, travaux pratiques</p> <p><b>Durée :</b> 2 ans</p> <p><b>Effectif :</b> 28 personnes</p> <p><b>Tarif :</b> 3800€</p> <p><b>Évaluation :</b> présentielle, contrôle continu des travaux pratiques, présentation d'un mémoire</p> <p><b>Prérequis :</b> Diplôme d'état de Docteur en Chirurgie Dentaire</p> <p><b>Modalités d'inscription :</b> dossier de candidature, lettre de motivation et CV</p>

### 3.3 Les outils pédagogiques

Les outils pédagogiques permettent de faciliter la transmission des connaissances lors de ces séances d'enseignements. Il s'agit de supports pédagogiques utilisés par l'enseignant pour aider l'apprenant à comprendre les

notions abordées [44]. L'interactivité et l'attractivité qu'ils apportent favorisent les échanges entre les deux parties et permettent de gagner en efficacité d'apprentissage. Parmi les outils retrouvés pour l'enseignement du guidage antérieur, nous pouvons citer :

- supports de présentation, photographies, films : ces outils apportent un support visuel pour aider l'étudiant dans l'apprentissage du guidage antérieur. L'utilisation de ces outils est largement répandue. Ils permettent un apprentissage visuel du guidage antérieur ;
- documents bibliographiques et photocopiés : il s'agit de l'ensemble des supports écrits pouvant être consultés comme les articles de revue, les livres, ou encore des documents rédigés par l'enseignant. Ces documents peuvent être utilisés soit dans le cadre de recherches personnelles ou de séances d'enseignement dirigé (ED). Les tutoriels rédigés entrent également en compte ; ils sont destinés aux séances de TP afin d'aider les étudiants à appréhender différents outils dont les logiciels de CAO ;
- matériels pédagogiques spécifiques pour l'apprentissage du guidage antérieur : l'articulateur permet de visualiser le secteur antérieur et son implication dans la cinématique mandibulaire. Il doit être au minimum semi-adaptable pour l'utiliser dans l'enseignement du guidage antérieur. Les étudiants peuvent alors réaliser une table incisive personnalisée en suivant le protocole vu précédemment. En parallèle, le simulateur physique ou virtuel reproduisant les arcades dentaires permet à l'étudiant d'appréhender les équilibres occlusaux, les modifications coronaires par addition ou soustraction et leur impact sur la cinématique mandibulaire. Ces outils permettent un apprentissage kinesthésique (tactile) du guidage antérieur ;
- logiciels professionnels spécifiques à la CAO : ces logiciels comme Dental Wings® de Straumann®, PlanCad® de Planmeca® ou encore Trios Design Studio® de 3shape® sont manipulés lors des travaux pratiques. Ce nouvel outil pédagogique enrichit une formation en pleine évolution. Il permet de transformer les représentations théoriques de la restauration du guidage antérieur vues en cours magistraux par une vision plus

réaliste et concrète lors de conception de restaurations en travaux pratiques sur des cas cliniques. La manipulation de ces outils permet aux étudiants de développer de nouvelles compétences dans le domaine du numérique. Les tutoriels mis à leur disposition ont alors un rôle important pour les aider dans l'utilisation de ces logiciels.

### 3.4 Les outils d'évaluation

Aujourd'hui, les programmes de l'enseignement supérieur sont axés sur l'approche par compétences [45]. L'évaluation d'une compétence consiste à jauger des connaissances propres ainsi que d'apprécier la façon dont ces dernières sont mobilisées. L'objectif est de « porter un jugement qualitatif sur la capacité de l'étudiant à se servir de ses savoirs et autres ressources de façon pertinente pour traiter une situation complexe » [46]. Les étudiants peuvent être évalués selon différentes possibilités, regroupées en cinq catégories : examens et tests, travaux écrits, démonstration de compétence, travail de collaboration et enfin activité de « participation » (Tableau 3).

Tableau 3 : les différents outils d'évaluation [47].

Outils d'évaluation	Définitions (adaptées de Liang et Creasy, 2004)	Méthodes
<b>Examen et test</b>	Restitution d'éléments d'apprentissage dans un temps imparti.	Différents types de questions (QCM, réponses courtes).
<b>Travail écrit</b>	Tâche complexe individuelle ou en équipe. Gestion du temps par l'apprenant, excepté au moment du dépôt.	Rapport, journal, analyse de texte, production écrite.
<b>Démonstration de compétence</b>	Production complexe représentative d'attentes professionnelles. Performance en contexte réel ou simulé.	Étude de cas, projet, exposé oral, débat, entrevue, simulation, expérimentation, prise en charge clinique.
<b>Collaboration</b>	Interaction entre différents participants dans le but de produire une réflexion.	Projet en groupe, discussion de groupe.
<b>Participation</b>	Communication sans obligation d'interaction. Rendre public une production verbale ou écrite témoignant de ses apprentissages.	Fil de discussion ( <i>n</i> fois par semaine), questions et réponses publiées.

Les méthodes les plus couramment utilisées dans l'enseignement en odontologie sont :

- les différents questionnaires : on y retrouve les questions avec une seule réponse possible ou sous le schéma vrai/faux, les questions à choix multiples (QCM) acceptant une ou plusieurs possibilités, celles à appariement dans lesquelles l'étudiant doit former des paires en associant deux informations et les questions à réponses courtes ou à réponses numériques laissant un emplacement libre pour la réponse. Dans ces cas de figure, la correction est objective car les réponses attendues sont précises et ciblées. Elles permettent également une diminution du temps de correction. L'aspect quantitatif permet de prendre en compte un nombre important d'étudiants et se montre particulièrement adapté pour les plateformes de formation à distance de plus en plus utilisées avec le contexte sanitaire actuel. Cependant ces questionnaires ne permettent pas d'évaluer la capacité de l'étudiant à rédiger et élaborer des raisonnements complexes. De plus, une réponse exacte peut être mise au hasard. Afin de palier à ce problème, l'intégration d'un degré de certitude où l'étudiant estime que sa réponse soit juste peut être utilisée. On évalue alors la confiance de l'étudiant quant à sa réponse [48] ;
- la question rédactionnelle : l'étudiant doit développer ses idées et argumenter avec ses connaissances pour répondre à la question posée. A travers ce format, il est possible d'apprécier la réflexion menée ainsi que la capacité de synthèse de l'étudiant. Toutefois, l'interprétation des réponses se fait de manière subjective, l'enseignant doit chercher les notions attendues dans les différentes formulations des étudiants. Une grille critériée établie à l'avance par l'enseignant peut alors être utilisée afin de limiter la subjectivité. Son principe repose sur la recherche de critères dans les réponses auxquels sont affectés un « niveau de qualité » (excellent, très bien, bien, moyen, mauvais) associés à un système de notation [47,49] ;

- le test de concordance de script (TCS) : il s'agit d'une mise en situation d'un problème clinique susceptible d'être rencontré dans le domaine professionnel. Les TCS sont plus particulièrement adaptés aux professionnels de santé. A partir d'une hypothèse, des données sont apportées et plusieurs options sont possibles. L'étudiant doit faire un choix par rapport au contexte mis en place et sa réponse sera confrontée à celles d'experts ayant répondu individuellement au même scénario. Le but est d'évaluer la compétence au raisonnement clinique en situation complexe et d'incertitude [50] ;
- l'étude de cas : il est question de scénarios basés sur la réalité (contexte professionnel fictif mais réaliste). L'étudiant doit réagir en tant qu'acteur grâce à sa capacité d'analyse, de compréhension et ses compétences acquises pour obtenir la démarche adéquate et résoudre un problème sous-jacent ;
- l'exposé oral : l'étudiant fait une présentation orale grâce à l'utilisation de ressources audio-visuelles. Il utilise des logiciels de présentation, ce qui participe à son développement créatif pour exprimer ses idées et connaissances. Comme pour l'expression écrite, l'interprétation des réponses par l'enseignant reste subjective. L'élocution est également un facteur pouvant faire obstacle selon les cas ;
- les travaux écrits : il s'agit de devoirs rédactionnels réalisés en autonomie seul ou collectivement dans un but de réflexion et de création. Ils sont retrouvés sous différentes présentations possibles comme le portfolio, le rapport de stage, le mémoire, l'analyse d'article ou encore la thèse de docteur en chirurgie dentaire. Ils favorisent la consolidation des apprentissages en liant les connaissances aux expériences personnelles et mises en situations professionnelles.

L'ensemble de ces moyens précédemment décrit correspond à l'évaluation sommative. Celle-ci permet de dresser un bilan des connaissances et compétences d'un étudiant à la fin d'un apprentissage, conférant alors une certaine norme dont les objectifs à atteindre ont bien été définis. Elle permet de certifier leurs acquis et leur légitimité au niveau des différentes instances (universitaire ou ordinaire par exemple).

En parallèle, l'évaluation formative peut être mise en place. Cette dernière se propose de situer la progression de l'étudiant au cours de l'apprentissage, en renseignant sur les acquis en construction. Elle permet de réajuster l'enseignement si nécessaire afin d'atteindre les objectifs pédagogiques fixés [51].

Au-delà des connaissances théoriques, il est indispensable de pouvoir évaluer certaines compétences propres à notre profession notamment par le biais d'une évaluation clinique des étudiants. Depuis les dernières années se mettent en place les examens cliniques objectifs structurés (ECOS). Ils permettent d'évaluer les étudiants dans des situations bien précises et normalisées. L'étudiant joue le rôle du praticien face à un contexte réel ou simulé, il est évalué par un examinateur grâce à une grille critériée aussi bien sur son attitude et ses aptitudes comme sa communication avec son interlocuteur, son interprétation des données et des résultats qui en découlent et son habileté technique. Plusieurs mises en situations sont nécessaires pour essayer de balayer un maximum de compétences cliniques [52].

Concernant le guidage antérieur et la CFAO, les connaissances théoriques peuvent être évaluées par l'utilisation de questionnaires, de questions rédactionnelles lors de sessions d'examens ou encore de travaux réalisés par l'étudiant dans le cadre d'un exposé oral ou de travaux écrits. A l'inverse, l'évaluation de la restauration du guidage antérieur par CAO est complexe et dépendante des logiciels de CAO qui demandent de nombreuses heures d'utilisation pour leur familiarisation. Plusieurs séances de travaux pratiques sont nécessaires afin de pouvoir réellement mettre les étudiants en situation d'évaluation. Le but de cette évaluation, en accord avec l'objectif pédagogique et la méthode d'apprentissage, est que l'apprenant modélise différentes restaurations correspondant à des situations qu'il pourrait rencontrer lors de son exercice. Ces compétences peuvent être appréciées lors d'une mise en situation virtuelle précise lors d'une étude de cas tout en mettant à disposition un support pour faciliter l'utilisation du logiciel.

Dans l'étude de Guedou et Mahieu de 2018 sur l'état des lieux de l'enseignement de la CFAO lors du cursus universitaire, sept enseignants sur trente-

trois ayant participé indiquent que les étudiants ne sont pas soumis à évaluation. En parallèle, 72,7% des enseignants indiquent que les étudiants sont évalués de manière théorique et 39,4% de manière pratique associé ou non à la théorie [35]. Aussi au vu de la disparité des réponses, il apparaît difficile de savoir à ce jour si une réelle évaluation est mise en place et à quel titre.

## 4 Réalisation de supports pédagogiques sur Dental Wings®

### 4.1 Cahier des charges des tutoriels

Dans ce travail, deux supports pédagogiques sous la forme d'un tutoriel ont été réalisés. Le premier tutoriel permet le paramétrage de l'articulateur virtuel et la numérisation des modèles. Ce tutoriel permet à l'enseignant de préparer la situation clinique initiale sur laquelle les étudiants pourront concevoir leur restauration lors d'un TP. Son utilisation peut être également étendue aux étudiants et enseignants souhaitant analyser une situation clinique particulière, concevoir une restauration, ou encore matérialiser d'autres tutoriels ou exercices.

Le deuxième support permet la conception numérique de couronnes provisoires ainsi que de couronnes d'usage en *cut-back*. Dans ce tutoriel se trouvent également des exemples pour expliquer l'impact du guidage antérieur et des variations des pentes condylienne et incisive sur les restaurations prothétiques. Le tutoriel illustre donc différents cas possibles de guidage antérieur (fonctionnel, dysfonctionnel, absent) et fait appel à des notions théoriques de l'étudiant.

Ces deux supports pédagogiques reprennent le modèle précédemment conçu par le Docteur Nicolas Benez [4] et suivent la même structure dans un souci de standardisation (Annexe 1 et 2) :

- la page de présentation indique le sujet du tutoriel avec un thème aux couleurs de l'université et de la faculté de chirurgie dentaire de Lille (Figure 11) ;
- les pages suivantes reprennent des généralités sur l'utilisation du logiciel : les commandes permises par la souris et le clavier ainsi que des principes propres au logiciel (Figure 12) ;
- ensuite la chronologie de conception est annoncée (Figure 13) ;
- enfin la partie conception est construite sur le même schéma pour l'ensemble des diapositives : le nom de l'étape (pouvant être complétée par une numérotation chronologique) se trouve dans le coin supérieur droit pour situer l'étudiant dans le



tutoriel. Une capture d'écran du logiciel associée à des consignes guident l'étudiant dans la réalisation du travail étape par étape.



Figure 11 : page de présentation du tutoriel (annexe 2).

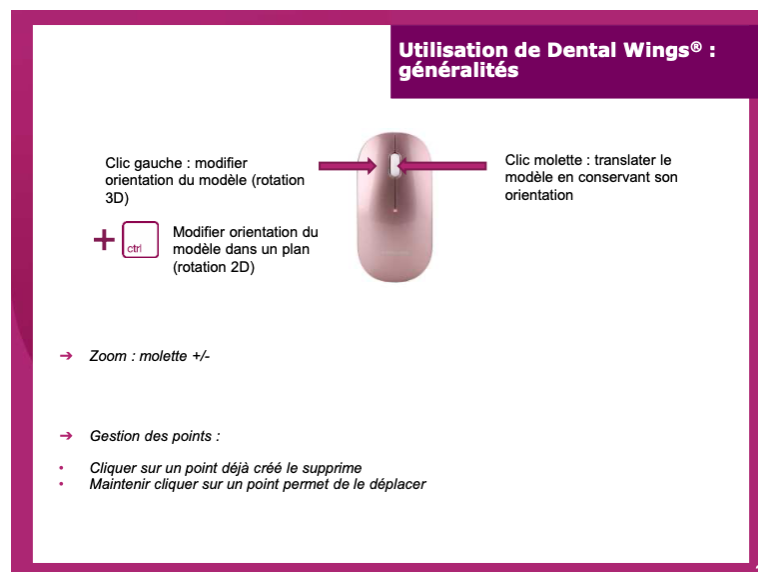


Figure 12 : généralités du logiciel Dental Wings® expliquées sur le tutoriel (annexe 2).

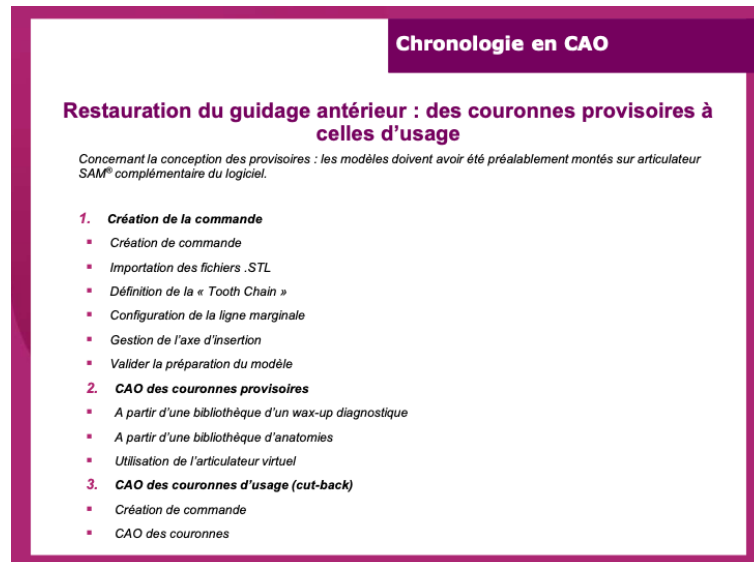


Figure 13 : présentation de la chronologie du tutoriel (annexe 2).

## 4.2 Tutoriel numéro 1 : « Paramétrage de l'articulateur virtuel et numérisation des modèles »

Dans ce tutoriel la première partie est consacrée au calibrage de l'articulateur virtuel SAM® SE du logiciel Dental Wings®. La pièce de calibrage doit être préalablement montée sur un articulateur physique fournie avec le logiciel (Figure 14). Le montage doit être le plus au centre possible de l'articulateur (Figure 15). Les différents composants comme le modèle du haut, celui du bas et la pièce de calibrage sont ensuite numérisés indépendamment de l'articulateur.



Figure 14 : pièce de calibrage pour l'articulateur virtuel (photographie Euromax Monaco®).



Figure 15 : montage de la pièce de calibrage au centre de l'articulateur physique SAM® (photographie Euromax Monaco®).

Les modèles utilisés par la suite sont des modèles Frasaco® avec des préparations réalisées de canine à canine sur le modèle maxillaire pour couronnes céramiques en zircone avec *cut-back*. Le choix de ce type de restauration permet de restaurer le guidage antérieur. Les modèles ont été montés sur l'articulateur physique en OIM avant leur numérisation (Figure 16).

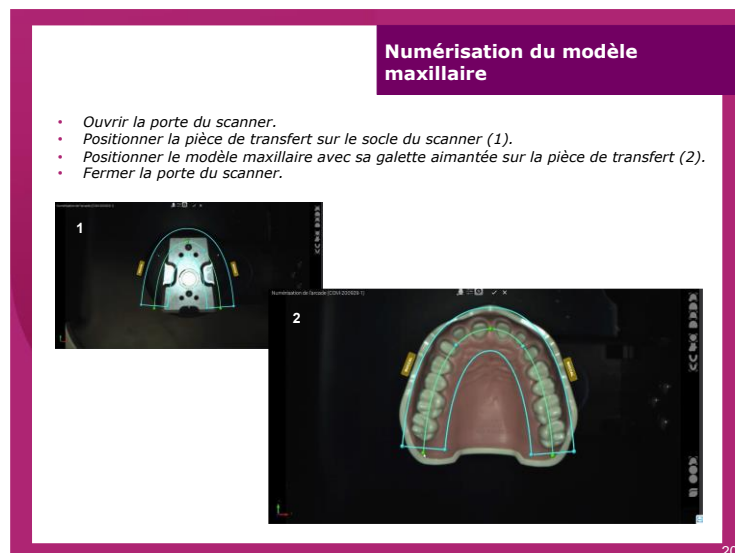


Figure 16 : exemple de la numérisation du modèle maxillaire expliquée dans le premier tutoriel (annexe 1).

### 4.3 Tutoriel numéro 2 : « Guidage antérieur : des couronnes provisoires à celles d'usage »

Les modèles numérisés dans le premier tutoriel ont été utilisés pour le deuxième. Après le chargement des différents fichiers .STL, le tutoriel aborde les différentes étapes de conception des couronnes provisoires soit à partir d'un *wax-up* diagnostique (Figure 17) soit à partir d'une bibliothèque d'anatomie (Figure 18). La conception des couronnes d'usage en *cut-back* se fait quant à elle exclusivement à partir d'un *wax-up* diagnostique. En effet, la conception de la restauration d'usage est proposée à l'étudiant uniquement si le guidage antérieur est fonctionnel.



Figure 17 : CAO des couronnes provisoires à partir d'un wax-up diagnostique expliquée dans le deuxième tutoriel (annexe 2).

### CAO de la couronne (avec bibliothèque d'anatomies) (2/3)

- Dans la barre latérale gauche, choisir une famille d'anatomie pouvant correspondre au cas clinique (1).
- Sélectionner les dents correspondantes pour voir le rendu esthétique (2).
- Revenir sur l'onglet « Modelage » (3).

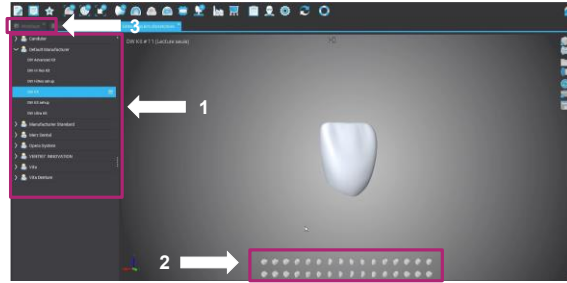


Figure 18 : visualisation de la bibliothèque d'anatomies expliquée dans le deuxième tutoriel (annexe 2).

## 5 Discussion

La réalisation de tutoriels dans ce travail reprend les notions et critères de la restauration prothétique du guidage antérieur. Ces restaurations ont été réalisées sur des modèles pédagogiques (Frasaco®). Ces derniers permettent une représentation standardisée avec des anatomies « idéales ».

La numérisation des modèles a permis de produire des fichiers au format .STL. Ce format facilite la diffusion aussi bien aux étudiants qu'aux enseignants. Ce travail permet ainsi d'enrichir une base de données inter-universitaire de différents cas cliniques avec un format numérique standardisé.

Le logiciel Dental Wings® permet une programmation de l'articulateur depuis la numérisation d'un articulateur physique spécifique (SAM®, RMO®) reconnu par le logiciel. Les modèles doivent être montés uniquement sur ce type d'articulateur physique à l'aide d'un arc facial pour être compatible avec le logiciel. L'utilisation de ce logiciel nécessite donc un équipement spécifique. Dès lors que le calibrage de l'articulateur est effectué, il n'est pas nécessaire de le réitérer systématiquement pour les prochains cas.

Lors de la conception des couronnes provisoires, le cas d'un guidage antérieur fonctionnel idéal est initialement matérialisé par le *wax-up* diagnostique. La modification des couronnes soit directement, soit à partir d'une bibliothèque d'anatomie permet par la suite de créer des cas de guidages dysfonctionnels et afunctionnels. L'utilisation de l'articulateur virtuel permet dès lors aux étudiants de visualiser dans différents cas de figure l'impact des déterminants antérieurs et postérieurs mais aussi des pentes condyliennes et incisives sur les restaurations prothétiques.

Les couronnes d'usage ont été conçues depuis un guidage antérieur fonctionnel, reproduction de la situation initiale ou à la suite d'une période de validation des provisoires. Lors de la CAO de couronnes monolithiques, le logiciel permet l'utilisation d'une fonctionnalité depuis un *wax-up* diagnostique. Cependant, il est apparu impossible d'utiliser cette fonctionnalité pour adapter les morphologies du *wax-up* diagnostique aux prothèses d'usage en *cut-back*. Cette limite a été confirmée

par l'équipe d'assistance du logiciel. En pratique il est donc impossible de retranscrire des couronnes provisoires qui auraient été modifiées en bouche en couronnes d'usage à l'identique. Il faut alors passer une transformation manuelle des faces palatines pour les adapter au plus proche du *wax-up* qui est alors mis en superposition par transparence.

Enfin, le tutoriel reprenant les exemples sur le guidage antérieur avec la réalisation des couronnes provisoires et celles d'usage a été évalué par des étudiants du DU d'occlusodontie de la faculté de chirurgie dentaire de Lille à l'aide d'un questionnaire (Annexe 3). Les réponses ont montré que les étudiants avaient trouvé le logiciel complexe et peu intuitif (pour 83% d'entre eux) mais que le tutoriel leur permettait d'atteindre les objectifs attendus. Les captures d'écran incluses dans le tutoriel leur permettaient de visualiser clairement chaque étape. Ils ont également relevé que le fait de répéter les étapes sur chacune des dents étaient parfois trop redondant mais permettait cependant de retenir le chemin à suivre pour réaliser l'action voulue.

La mise en application de ces fiches au sein de la faculté de chirurgie dentaire de Lille vise notamment les étudiants en troisième cycle, mais également ceux participant à l'unité d'enseignement librement choisie (UELC) CFAO et les étudiants du DU d'occlusodontie.

## 6 Conclusion

L'étude du guidage antérieur et ses différents cas de figure (fonctionnel, afunctionnel, dysfonctionnel) est primordiale dans la prise en charge thérapeutique globale. L'élaboration des fiches pédagogiques en lien avec la restauration du guidage antérieur a pour objectif d'enrichir une base de données de cas cliniques permettant l'appréhension de la conception prothétique assistée par ordinateur sur le logiciel disponible à la faculté de Chirurgie Dentaire de Lille (Dental Wings®, Straumann®). Elles sont accessibles aux enseignants et étudiants pour la mise en place de différents travaux pratiques et les aider dans la compréhension et la manipulation de ce logiciel complexe et difficile d'utilisation. Ces tutoriels viennent également apporter un support supplémentaire aux enseignants et contribuent dans ce sens à atteindre les objectifs pédagogiques.



## 7 Références bibliographiques

- [1] Cortés-Torréa D. Pédagogie et didactique pour enseigner dans la voie professionnelle. [en ligne]. [http://ww2.ac-poitiers.fr/sbssa/sites/sbssa/IMG/pdf/cortes\\_enseigner\\_en\\_voie\\_professionnelle.pdf](http://ww2.ac-poitiers.fr/sbssa/sites/sbssa/IMG/pdf/cortes_enseigner_en_voie_professionnelle.pdf). (page consultée le 31/08/20).
- [2] Association for Dental Education in Europe. Profil et compétences du futur odontologue européen. [en ligne]. [https://www.adee.org/sites/default/files/fr\\_profil\\_et\\_compétences\\_propositions\\_d\\_e\\_corrections.pdf](https://www.adee.org/sites/default/files/fr_profil_et_compétences_propositions_d_e_corrections.pdf). (page consultée le 30/08/20).
- [3] Académie d'Aix-Marseille. La pédagogie active et les centres d'intérêts. [en ligne]. [https://www.pedagogie.ac-aix-marseille.fr/upload/docs/application/pdf/2012-04/pedagogie\\_active\\_et\\_centres\\_d\\_interet.pdf](https://www.pedagogie.ac-aix-marseille.fr/upload/docs/application/pdf/2012-04/pedagogie_active_et_centres_d_interet.pdf). (page consultée le 01/12/20).
- [4] Benez N. Réalisation de supports pédagogiques pour les travaux pratiques de CAO en 3e année de la faculté de chirurgie dentaire de Lille. [Thèse d'exercice]. Faculté de Chirurgie Dentaire de Lille; 2019.
- [5] Di Bacco G, Chesnot J, Nadal F. Restaurations esthétiques grâce à la technique du cut-back. *L'Information Dentaire*. 2019;23:27-8.
- [6] Iraqui O, Berrada S, Merzouk N, Abdedine A. Guide antérieur, impératifs physiologiques et restauration prothétique. *Actual Odonto-Stomatol*. 2009;249:83–98.
- [7] Laplanche O, Pedeutour P, Laurent M, Mahler P. Le guide antérieur et ses anomalies. *Cah Prothèse*. 2002;117:43-55.
- [8] Sabek M. La protection mutuelle, genèse et évolution de l'occlusion thérapeutique. *Cah Prothèse*. 1996;94:27–42.
- [9] Orthlieb JD, Bezzina S, El Zoghby A, Giraudeau A. Reconstruction prothétique du guidage antérieur. *Cah Prothèse*. 2004;128:55–64.
- [10] Orthlieb JD, Amat P. Relations occlusodontie-orthodontie : entretien avec Jean-Daniel Orthlieb. *Orthod Fr*. 2010;81:167–88.
- [11] Orthlieb JD. Gnathologie fonctionnelle. Volume 1 : occlusion et restauration prothétique. Rueil Malmaison: Edition CdP; 2009.
- [12] Laurent M, Orthlieb JD. Approche occlusale d'une restauration des incisives maxillaires. *Cah Prothèse*. 1997;99:10–8.
- [13] Tavernier B, Romerowski J, Boccara E, Azevedo C, Bresson G. Articulation dentodentaire et fonction occlusale. *Encyclo Méd Chir, Médecine buccale*. [Article 28-005-J-10], 2008.
- [14] El zoghby A, Ré JP, Perez C, Giraudeau A, Orthlieb JD. Canine et incisive maxillaires : mieux connaître la morphologie pour optimiser la fonction. *Rev Orthopédie Dento-Faciale*. 2010;44:47–61.
- [15] Orthlieb JD, El Zoghby A, Kordi M, Perez C. La fonction de guidage. *Cah Prothèse*. 2004;128:43–53.
- [16] Slavicek R. Les principes de l'occlusion. *Rev Orthopédie Dento-Faciale*. 1983;17:449–90.
- [17] Michielin M, Damiani MG, Orthlieb JD, Simon J. Analyse statistique des interrelations fonctionnelles entre guide antérieur et déterminant postérieur. *Cah Prothèse*. 1990;70:52–65.

- [18] Valentin C, Yakhou O. Reconstruction du guide antérieur par des artifices de prothèse conjointe. *Réal Clin*. 1993;4:163–76.
- [19] Dargaud J, Vinkka-Puhakka H, Cotton F, Corso MD, Bruy J, Vialle B, Kahl P. Étude de l'articulation temporomandibulaire. *Encyclo Méd Chir, Médecine buccale*. [Article 28-050-L-10], 2008.
- [20] Orthlieb JD. *Gnathologie fonctionnelle. Volume 2 : occlusion et reconstruction prothétique*. Rueil Malmaison: Edition CdP; 2011.
- [21] Orthlieb JD, Darmouni L, Jouvain J, Pedinielli A. Dysfonctions occlusales : anomalies de l'occlusion dentaire humaine. *Encyclo Méd Chir - Médecine buccale*. [Article 28-160-B-11], 2013.
- [22] Slavicek R. Les concepts de l'occlusion. *Rev Orthopédie Dento-Faciale*. 1983;17:533–43.
- [23] Casteyde J-P. L'occlusion de la canine. Importance, options de réglages, risques et précautions. *Actual Odonto-Stomatol*. 2008;244:355–66.
- [24] Mariani P, Margossian P, Laborde G. Choix d'un concept occlusal en implantologie - 2e partie applications pratiques. *Strat Prothétique*. 2008;8(3):165-81.
- [25] Kim Y, Oh TJ, Misch CE, Wang HL. Occlusal considerations in implant therapy: clinical guidelines with biomechanical rationale: Occlusal consideration in implant therapy. *Clin Oral Implants Res*. 2004;16:26–35.
- [26] El ouali R, Soualhi H, Assila L, El yamani A. Intérêt des prothèses provisoires dans la restauration du guide antérieur. À propos d'un cas clinique. *Actual Odonto-Stomatol*. 2011;254:171–80.
- [27] El Ouali R, El Figuigui L, Zouhair I, El Yamani A. Le défi thérapeutique dans la région antérieure maxillaire : à propos d'un cas. *Actual Odonto-Stomatol*. 2014;270:24–30.
- [28] El Bernoussi J. Rôle des prothèses provisoires dans la restauration du guide antérieur en prothèse fixée. *Odonto-Stomatologie Tropicale*. 1998;82:17-20.
- [29] Sarfati E, Radiguet J. Les schémas occlusaux en prothèse fixée. *Cah Prothèse*. 1997; 100:37–50.
- [30] Jaffrelot M, Croguennec Y, Ammirati C, L'Her E. Les méthodes pédagogiques d'avenir. [Rapport]. Session conjointe entre la Société Française de Médecine d'Urgence et la Société Maghrébine de Médecine d'Urgence. 2012.
- [31] Plasschaert AJM, McLoughlin J, Keogh J. European Convergence in Dental Education, the DentEd III project. *Oral Health and Dental Management in the Black Sea Countries*. 2007;6(3):18-31.
- [32] Centre de documentation et d'information sur l'enseignement supérieur. *Processus de Bologne... vers un espace européen de l'enseignement supérieur*. 2004. [en ligne]. [https://ec.europa.eu/education/policies/higher-education/bologna-process-and-european-higher-education-area\\_fr](https://ec.europa.eu/education/policies/higher-education/bologna-process-and-european-higher-education-area_fr). (page consultée le 30/08/20).
- [33] Park CF, Sheinbaum JM, Tamada Y, Chandiramani R, Lian L, Lee C, Da Silva J, Ishikawa-Nagai S. Dental students' perceptions of digital assessment software for preclinical tooth preparation exercises. *J Dent Educ*. 2017;81(5):597–603.
- [34] Compétice - Eduscol. [en ligne] <https://eduscol.education.fr/bd/competice/superieur/competice/libre/qualification/q3b.php>. (page consultée le 09/0620).
- [35] Guedou M, Mahieu G. L'intégration de la CFAO dans les études odontologiques en France : une étude transversale. [Thèse d'exercice]. Faculté de chirurgie

- dentaire de Rennes; 2018.
- [36] Université Clermont Auvergne. Formation attestante en CFAO et nouvelles procédures cliniques en odontologie. [en ligne]. <https://odontologie.uca.fr/formation/la-formation-continue>. (page consultée le 22/03/21).
- [37] Faculté de chirurgie dentaire de Toulouse. Formation de 3ème cycle - Année universitaire 2020/2021. [en ligne]. <https://dentaire.univ-tlse3.fr/diplome-d-universite>. (page consultée le 20/10/20).
- [38] Faculté de chirurgie dentaire de Montpellier. Formation continue 2020-2021. [en ligne]. <https://odontologie.edu.umontpellier.fr/formation-continue/diplome-universitaire-cfao/>. (page consultée le 20/10/20).
- [39] Université de Bretagne Occidentale. Diplôme universitaire numérique et esthétique en odontologie. [en ligne]. [https://www.univ-brest.fr/digitalAssets/90/90841\\_Programme-2020-2021-DU-NEO-Facult---odontologie-Brest-VD2.pdf](https://www.univ-brest.fr/digitalAssets/90/90841_Programme-2020-2021-DU-NEO-Facult---odontologie-Brest-VD2.pdf). (page consultée le 01/12/20).
- [40] Faculté de chirurgie dentaire de Nice. Diplôme universitaire - Esthétique Buccal. [en ligne]. <https://unice.fr/faculte-de-chirurgie-dentaire/fc/diplomes-universitairesn>. (page consultée le 10/11/20).
- [41] Faculté de chirurgie dentaire de Nantes Diplôme Universitaire - Restauration dentaire esthétique. [en ligne]. <https://odontologie.univ-nantes.fr/loffre-de-formation/la-formation-continue/du-restauration-dentaire-esthetique>. (page consultée le 10/11/20).
- [42] Université d'Aix-Marseille. Diplôme d'études supérieures universitaires - Odontologie restauratrice et esthétique. [en ligne]. <https://umfcs.univ-amu.fr/notre-catalogue/par-type-de-formation/formations-diplomantes/odontologie-restauratrice-et-esthetique>. (page consultée le 01/12/20).
- [43] Faculté de chirurgie dentaire de Montpellier. Diplôme universitaire d'odontologie restauratrice et esthétique. [en ligne]. <https://odontologie.edu.umontpellier.fr/formation-continue/formations-pour-2020-2021/>. (page consultée le 20/10/20).
- [44] Figari G, Remaud D. Chapitre 11. Quatrième application : Évaluation des outils pédagogiques. Un exemple : Évaluation des supports pédagogiques d'une formation de formateurs. Méthodologie d'évaluation en éducation et formation. Louvain-la-Neuve: De Boeck Supérieur; 2014.
- [45] Field JC, Walmsley AD, Paganelli C, McLoughlin J, Szep S, Kavadella A, Manzanares Cespedes, Davies JR, DeLap E, Levy G, Gallagher J, Roger V, Cowpe JG. Les médecins dentistes diplômés en Europe. [en ligne]. <https://adee.org/sites/default/files/07%20Enseigner%20Apprendre%20Evaluer.pdf>. (page consultée le 13/09/20).
- [46] Université de Lorraine. Evaluation des compétences et acquis d'apprentissage. L'Echo Pédagogique. 2018;6:3.
- [47] Demougeot-Lebel J. Evaluation des étudiants : visées, objectifs et outils. [Rapport]. SupAgro Montpellier. 2018.
- [48] Houzé-Cerfon CH, Lauque D, Charpentier S. Intégration du degré de certitude dans l'évaluation des connaissances des étudiants en médecine d'urgence. Ann Fr Médecine Urgence. 2016;6:389-94.
- [49] Yetis VA. Les grilles d'évaluation critériée pour évaluer des performances : exemples pour la production écrite. Journal de l'Université de Gazi.

- 2017;30(2):683-703.
- [50] Karila L, François H, Monnet X, Noel N, Roupret M, Gajdos V, Lambotte O, Benhamou D, Benyamina A. Le test de concordance de script: un outil pédagogique multimodal. *Rev Médecine Interne*. 2018;39:566–73.
- [51] Académie Nancy-Metz. Évaluation diagnostique, formative, sommative. [en ligne]. <https://www4.ac-nancy-metz.fr/svt/evaluation/divers/index.php?idp=177>. (page consultée le 20/10/20).
- [52] Vaillant AS. Réformer l'évaluation des connaissances. *Stratégie Prothétique*. 2017;17(3):211-18.

## 8 Table des illustrations

Figure 1 : schématisation de l'espace libre fonctionnel antérieur [10].	18
Figure 2 : position statique d'un contact inter-dentaire entre une incisive maxillaire et mandibulaire pouvant être à l'origine d'un guidage antérieur fonctionnel (A), afunctionnel (B) et dysfonctionnel (C) [7].	18
Figure 3 : photographies intra-buccales montrant le passage de l'OIM (A) jusqu'au bout à bout incisif (B) avec désengrènement des secteurs postérieurs (C) lors de la propulsion [7].	19
Figure 4 : représentation des segments S1 et S2 de la face palatine d'une incisive maxillaire ainsi que la pente incisive [7].	20
Figure 5 : photographies intra-buccales illustrant le départ de l'OIM (A) vers la diduction gauche avec protection canine sans interférence du côté non travaillant (B) [23].	22
Figure 6 : photographies intra-buccales illustrant le départ de l'OIM (A) vers la diduction gauche avec protection de groupe sans interférence du coté non travaillant (B) [23].	22
Figure 7 : photographies illustrant la réalisation d'une table incisive personnalisée. A : les modèles sont montés sur articulateur ; B, C et D : les mouvements de propulsion, latéralité droite et gauche, sont réalisés et guident le façonnage de la résine sur la table incisive [26].	24
Figure 8 : réalisation de l'axiographie et tracé obtenu (photographies du Dr Dehurtevent).	25
Figure 9 : programmation de la pente condylienne (A) et de la table incisive (B) de l'articulateur (photographies personnelles).	26
Figure 10 : modélisation des cires de diagnostic du secteur antérieur maxillaire en vue vestibulaire (A) et occlusale (B) sur modèle en plâtre ; reconstitutions provisoires issues des cires de diagnostic sur modèle en plâtre (C) ; reconstitutions provisoires en endobuccal avec la mise en évidence de la répartition des contacts (D) [29].	27
Figure 11 : page de présentation du tutoriel (annexe 2).	41
Figure 12 : généralités du logiciel Dental Wings® expliquées sur le tutoriel (annexe 2).	41
Figure 13 : présentation de la chronologie du tutoriel (annexe 2).	42
Figure 14 : pièce de calibrage pour l'articulateur virtuel (photographie Euromax Monaco®).	42
Figure 15 : montage de la pièce de calibrage au centre de l'articulateur physique SAM® (photographie Euromax Monaco®).	43
Figure 16 : exemple de la numérisation du modèle maxillaire expliquée dans le premier tutoriel (annexe 1).	43
Figure 17 : CAO des couronnes provisoires à partir d'un wax-up diagnostique expliquée dans le deuxième tutoriel (annexe 2).	44
Figure 18 : visualisation de la bibliothèque d'anatomies expliquée dans le deuxième tutoriel (annexe 2).	45

## 9 Table des tableaux

Tableau 1 : présentation des Diplômes Universitaires de CFAO en France pour les praticiens diplômés [37,38].	32
Tableau 2 : présentation des Diplômes Universitaires et Diplômes d'Etudes Supérieures relatif à l'odontologie esthétique en France pour les praticiens diplômés [39–43].	33
Tableau 3 : les différents outils d'évaluation [47].	35

## 10 Annexes

### *Annexe 1 : Tutoriel pour le paramétrage de l'articulateur virtuel et la numérisation des modèles*



# Tutoriel

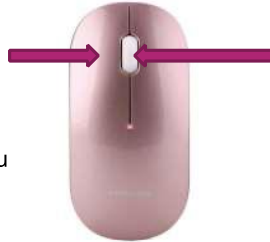
## pour le paramétrage de l'articulateur virtuel et la numérisation des modèles

## Utilisation de Dental Wings® : généralités

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



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



Clic molette : translater le modèle en conservant son orientation

→ Zoom : molette +/-

→ Gestion des points :

- Cliquer sur un point déjà créé le supprime
- Maintenir cliquer sur un point permet de le déplacer

2

## Utilisation de Dental Wings® : généralités

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

3



### Paramétrage de l'articulateur virtuel et la numérisation des modèles

1. **Paramétrage de l'articulateur virtuel SAM®**
  - Montage sur articulateur physique SAM®
  - Calibrage du scanner
2. **Numérisation des modèles (utilisation du cas clinique du tutoriel pour le guidage antérieur)**

*Les modèles maxillaire et mandibulaire doivent avoir été préalablement montés sur articulateur SAM®.*

- Création de commande
- Numérisation du modèle maxillaire
- Définition de la « Tooth Chain »
- Numérisation du wax-up diagnostique et repositionnement
- Scan précis des préparations
- Numérisation du modèle antagoniste et repositionnement

4

## Montage sur articulateur physique SAM® (1/2)


### Paramétrage de l'articulateur virtuel

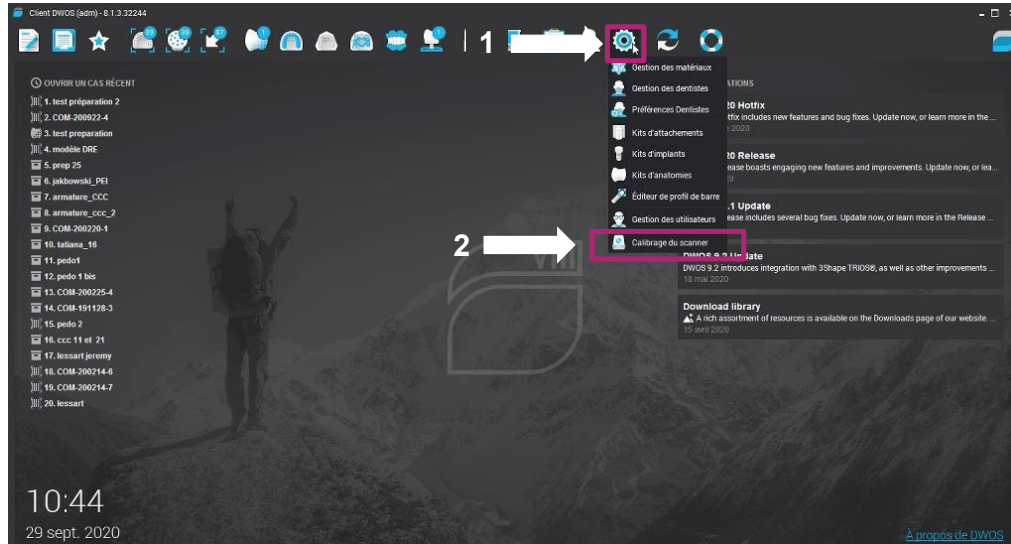


- *Avant d'utiliser le logiciel, la pièce centrale de calibrage doit être montée sur l'articulateur physique SAM®.*
- *La pièce doit être montée le plus au centre possible avec du plâtre à prise rapide (type Snow White®) à l'aide des galettes aimantées.*
- *On obtient deux pièces distinctes (H pour le montage haut et B pour le montage bas).*

5

## Calibrage du scanner (2/2)

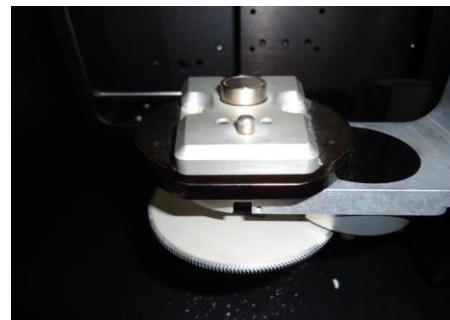
- Sélectionner le 3<sup>ème</sup> onglet en partant de la droite  (1).
- Sélectionner le dernier onglet : calibrage du scanner (2).



6

## Calibrage du scanner (2/2)

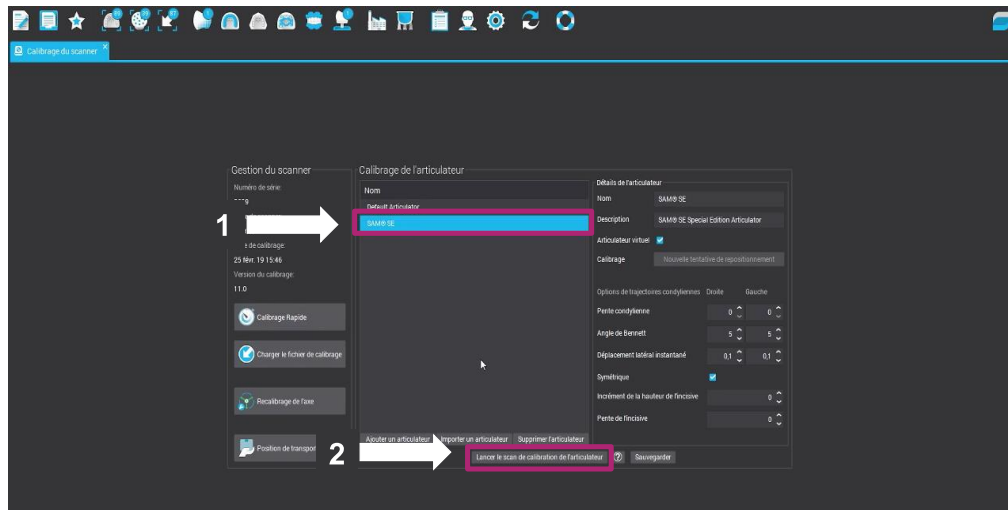
- Ouvrir le capot du scanner, placer le socle de calibration dans le scanner, respecter l'encoche prévu à cet effet.
- Refermer le capot du scanner.



7

## Calibrage du scanner (2/2)

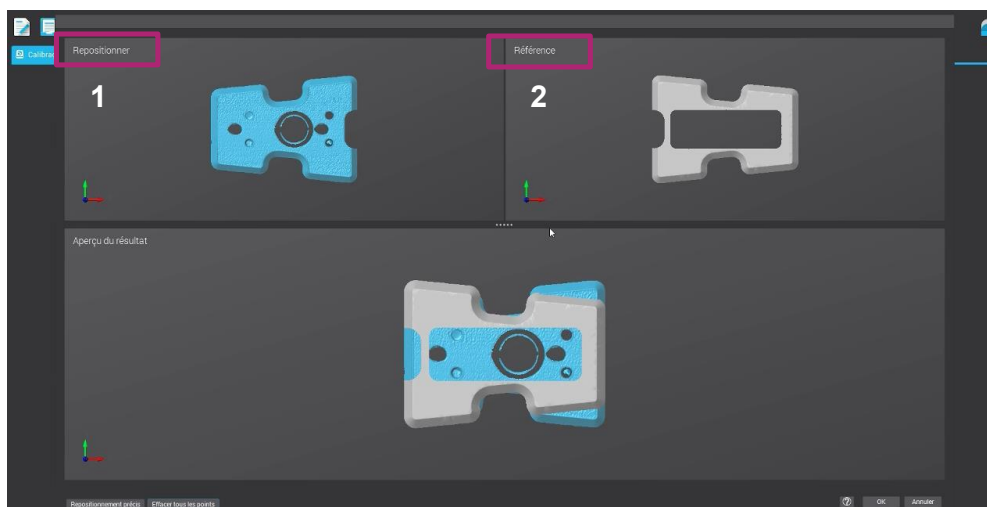
- Dans l'onglet « Nom », sélectionner « SAM® SE » (1).
- Sélectionner « Lancer le scan de calibration de l'articulateur » (2).



8

## Calibrage du scanner (2/2)

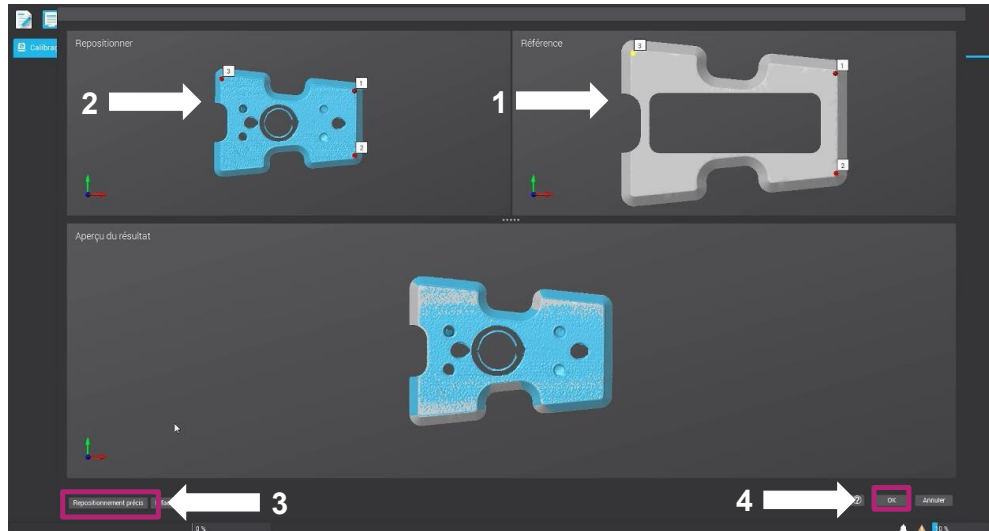
- Le socle scanné apparaît en bleu dans le cadre en haut à gauche « Repositionner » (1).
- Il faut repositionner le socle scanné dans le même sens que celui présenté dans le cadre en haut à droite « Référence » (2).



9

## Calibrage du scanner (2/2)

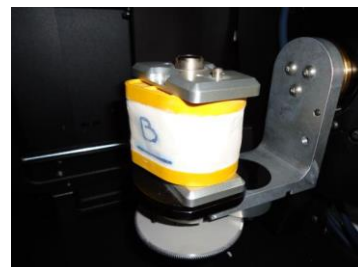
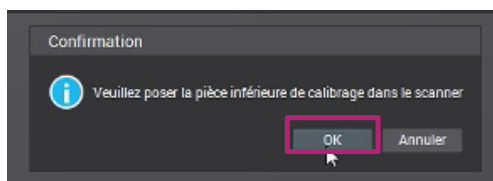
- Positionner sur le modèle de droite (référence) trois points repères (1).
- Mettre ces trois points identiques sur le modèle bleu à repositionner (2).
- Sélectionner « Repositionnement précis » (3) puis « OK » (4).



10

## Calibrage du scanner (2/2)

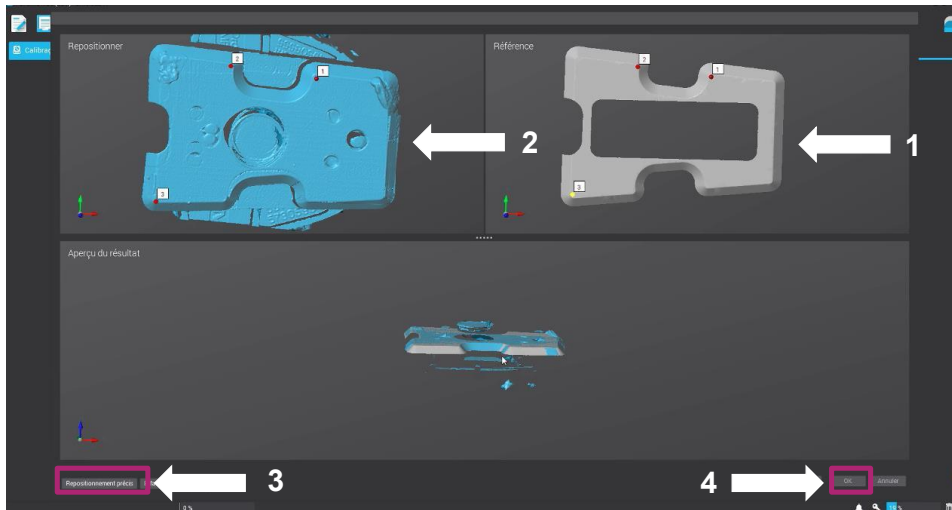
- Une boîte de dialogue s'ouvre.
- Ouvrir le capot du scanner, placer la pièce inférieure B sur le socle en gardant la pièce centrale de calibration solidarisée sur le haut du modèle, puis fermer le capot du scanner.
- Attention au positionnement des méplats (vers le haut).
- Sélectionner « Ok » pour lancer le scan de la pièce inférieure.



11

## Calibrage du scanner (2/2)

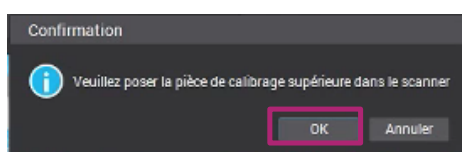
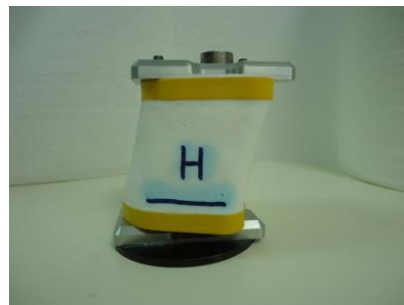
- *Repositionner la pièce scannée bleue (haut à gauche) dans la même position que celle de référence (haut à droite).*
- *Positionner sur le modèle de droite (référence) trois points repères (1).*
- *Mettre ces trois points identiques sur le modèle bleu à repositionner (2).*
- *Sélectionner « Repositionnement précis » (3) puis « OK » (4).*



12

## Calibrage du scanner (2/2)

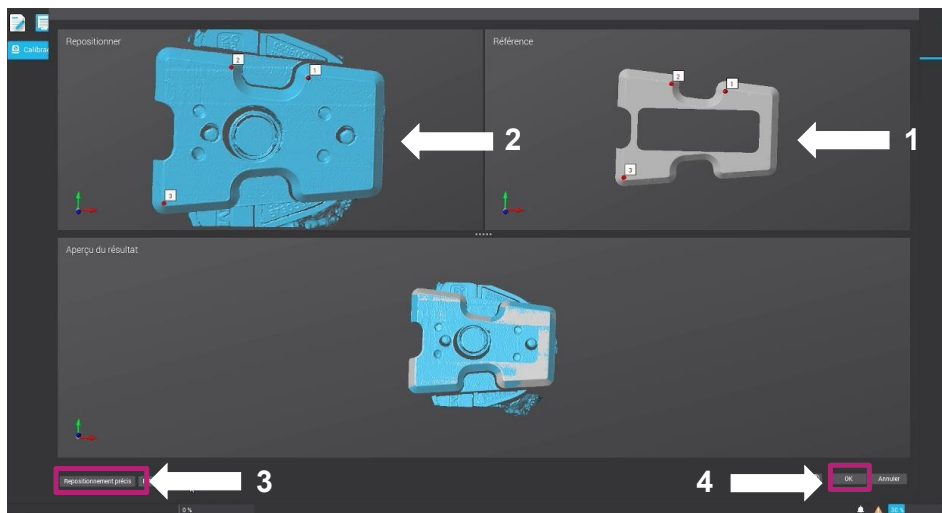
- *Une boîte de dialogue s'ouvre.*
- *Ouvrir le capot du scanner, enlever la pièce inférieure B et placer la pièce supérieure H sur le socle, il faut retourner la partie supérieure vers le bas, la pièce centrale de calibration se positionne au dessus du modèle toujours avec le positionnement des méplats vers le haut.*
- *Sélectionner « Ok » pour lancer le scan de la pièce supérieure.*



13

## Calibrage du scanner (2/2)

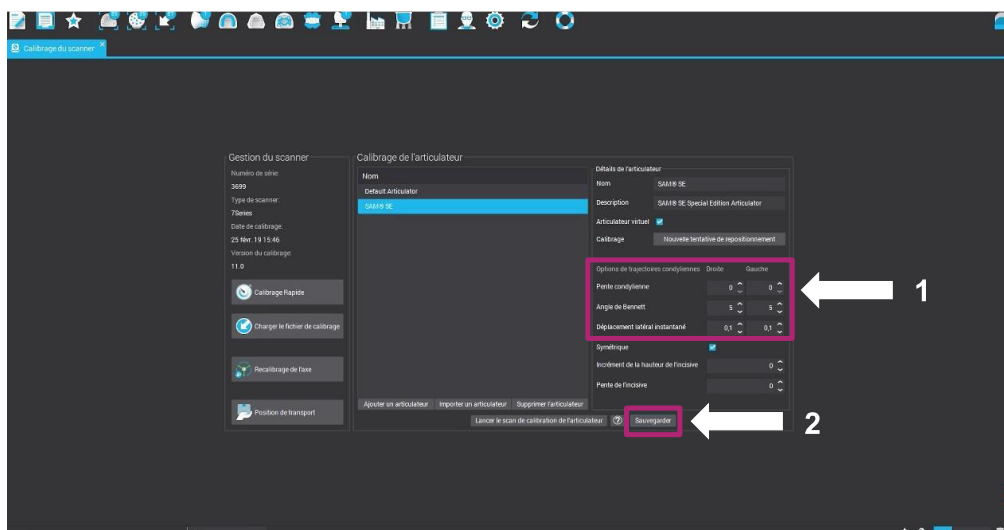
- *Repositionner la pièce scannée bleue (haut à gauche) dans la même position que celle de référence (haut à droite).*
- *Positionner sur le modèle de droite (référence) trois points repères (1).*
- *Mettre ces trois points identiques sur le modèle bleu à repositionner(2).*
- *Sélectionner « Repositionnement précis » (3) puis « OK » (4).*



14

## Calibrage du scanner (2/2)

- *Il est possible de modifier la pente condylienne, l'angle de Bennett, et le déplacement latéral immédiat selon le cas clinique (1).*
- *Sélectionner « Sauvegarder » (2).*



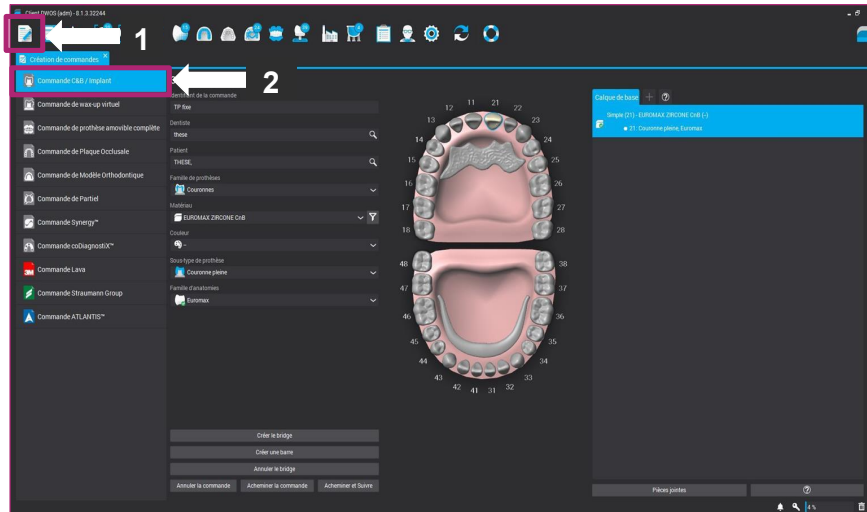
15

## Création de commande (1/6)

### Numérisation des modèles

Nous avons utilisé les modèles montés sur articulateur du cas clinique pour le tutoriel du guidage antérieur.

- Sélectionner le 1<sup>er</sup> onglet en haut à gauche : création de commande (1).
- Sélectionner le 1<sup>er</sup> onglet à gauche : Commande C&B / implant (2).



16

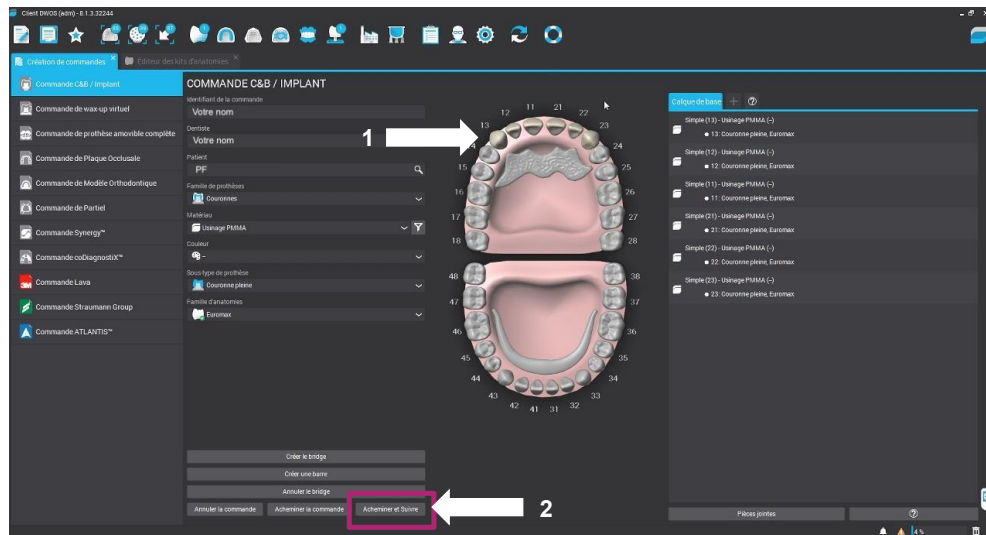
## Création de commande (1/6)

- Remplir la commande :
  - Identifiant de la commande : votre nom ;
  - Dentiste : votre nom ;
  - Patient : PF ;
  - Famille des prothèses : couronnes ;
  - Matériau : Usinage PMMA ;
  - Sous-type de prothèse : Couronne pleine ;
  - Famille d'anatomie : Euromax.

17

## Création de commande (1/6)

- Sélectionner les dents concernées sur le schéma dentaire (1).
- Sélectionner « Acheminer et Suivre » (2).



18

## Numérisation du modèle maxillaire (2/6)

- Sélectionner le type de scan : appareil de transfert d'occlusion (1) avec sélection de l'articulateur SAM® SE (2).
- Sélectionner l'onglet « Scanner un wax-up diagnostique » et « Données de l'antagoniste requises » (3).
- Sélectionner « OK » pour passer à l'étape suivante (4).



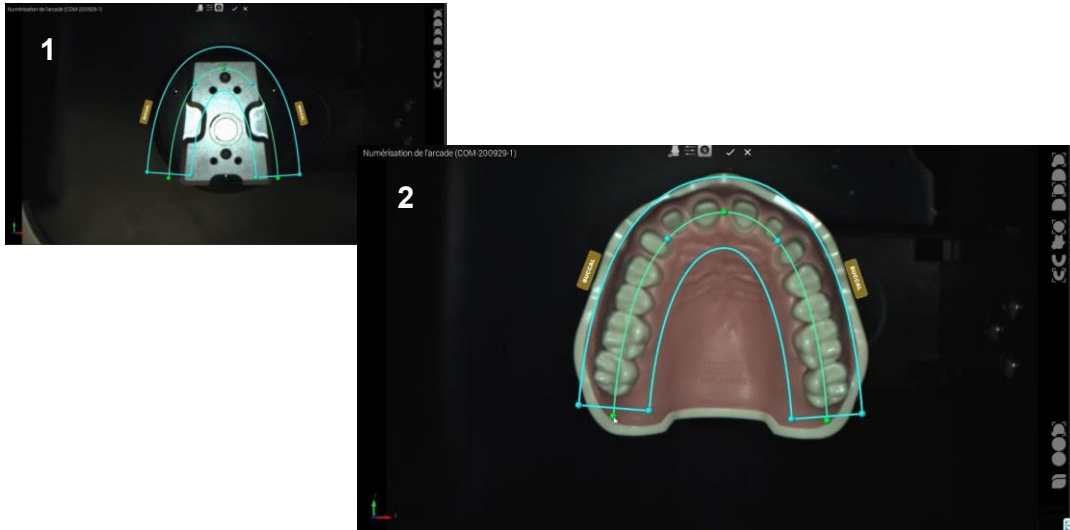
19

64



## Numérisation du modèle maxillaire (2/6)

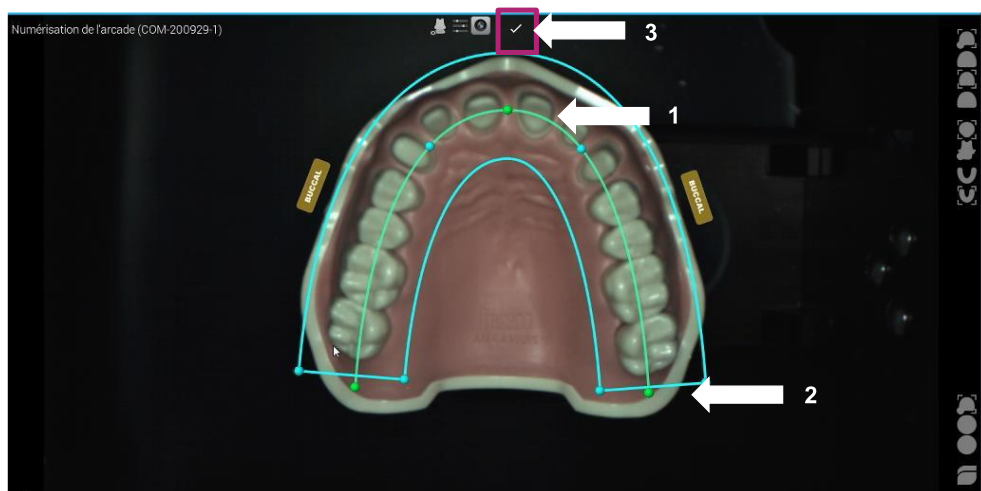
- Ouvrir la porte du scanner.
- Positionner la pièce de transfert sur le socle du scanner (1).
- Positionner le modèle maxillaire avec sa galette aimantée sur la pièce de transfert (2).
- Fermer la porte du scanner.



20

## Numérisation du modèle maxillaire (2/6)

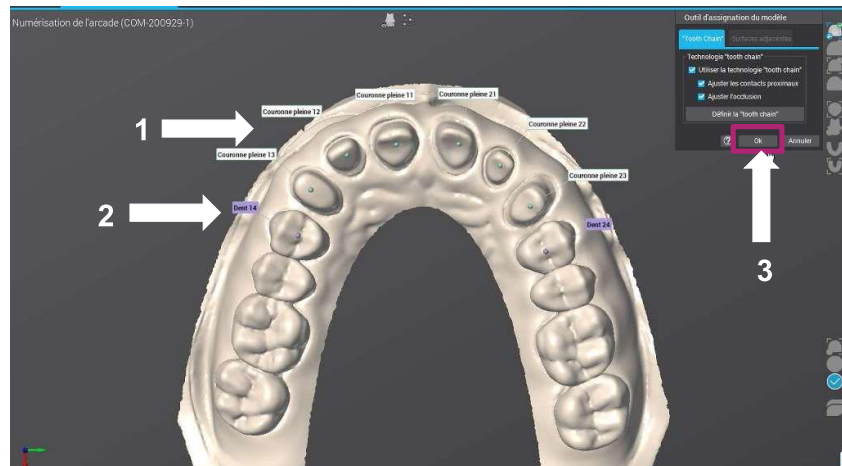
- Positionner la poignée verte centrale au niveau du centre inter incisif (1).
- Adapter (sans jamais raccourcir) la longueur du scan avec la poignée verte (2).
- Sélectionner sur  pour passer à l'étape suivante (3).



21

## Définition de la « Tooth chain » (3/6)

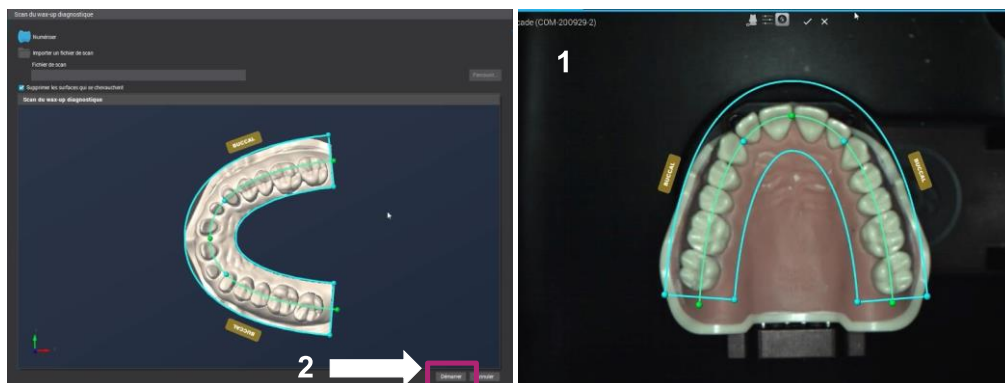
- Sélectionner les dents concernées par les couronnes à réaliser (1).
- Vérifier le placement automatiquement les dents adjacentes (possibilité de légèrement les déplacer plus au centre des dents pour être plus précis) (2).
- Sélectionner « Ok » pour passer à l'étape suivante (3).



22

## Numérisation du wax-up diagnostique (4/6)

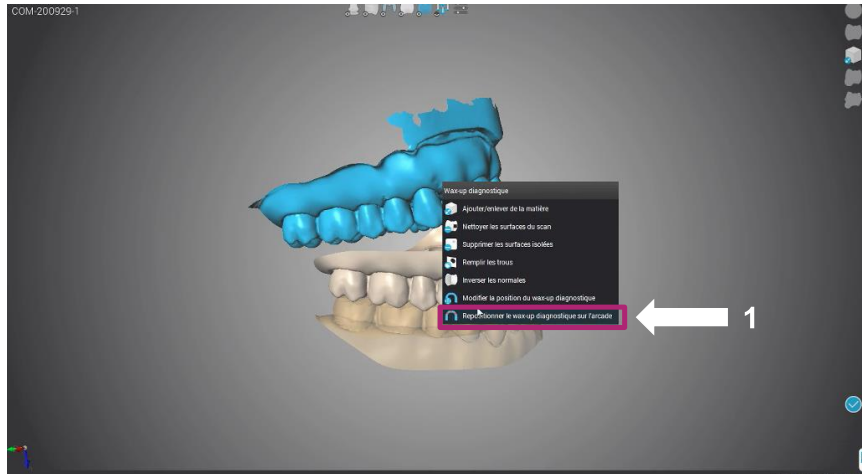
- Une fenêtre « Scan du wax-up diagnostique » s'ouvre automatiquement.
- Ouvrir le scanner, enlever le modèle maxillaire, placer le modèle de wax-up diagnostiques refermer le scanner (1).
- Sélectionner sur « Démarrer » pour passer à l'étape suivante (2).



23


## Repositionnement du wax-up diagnostique (4/6)

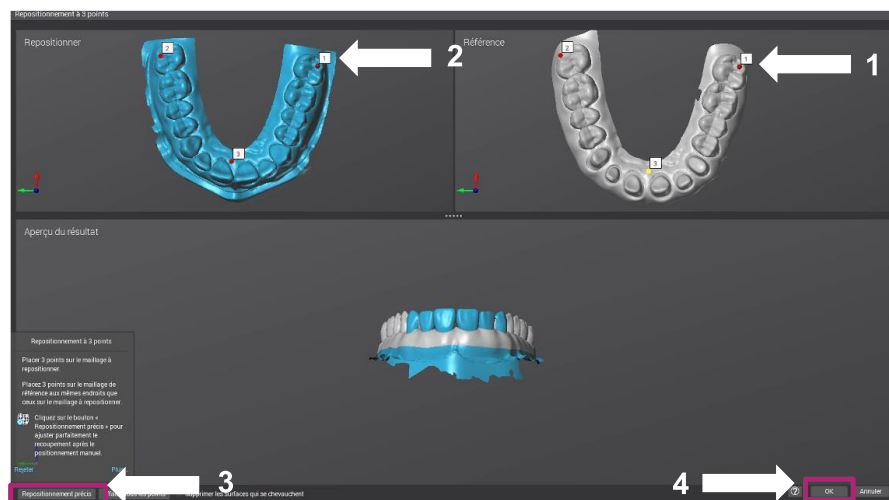
- *S'il y a besoin de repositionner le wax-up diagnostique : clic droit sur le modèle du wax-up diagnostique et sélectionner « Repositionner le wax-up diagnostique sur l'arcade » (1).*



24

## Repositionnement du wax-up diagnostique (4/6)

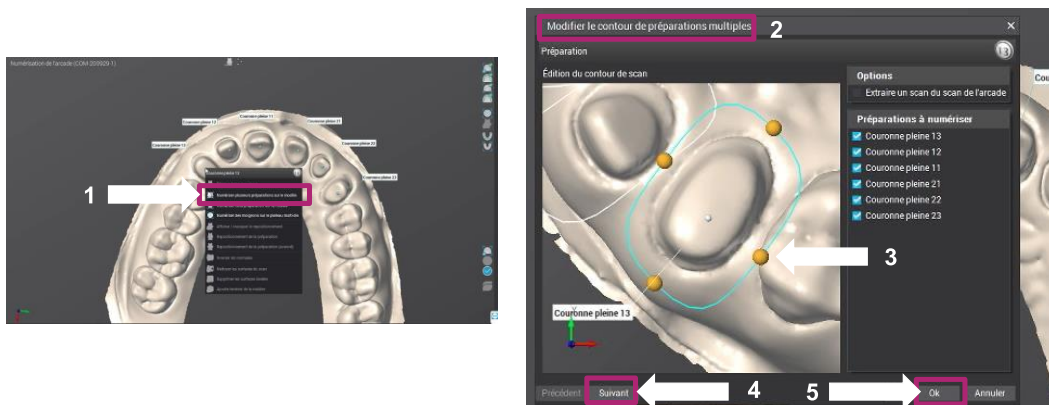
- *Positionner sur le modèle de droite (référence) trois points repères (1).*
- *Mettre ces trois points identiques sur le modèle bleu à repositionner (2).*
- *Sélectionner « repositionnement précis » (3) puis « OK » (4).*
- *Sélectionner l'icône  en bas à droite pour passer à l'étape suivante.*



25



## Scan précis des préparations (5/6)

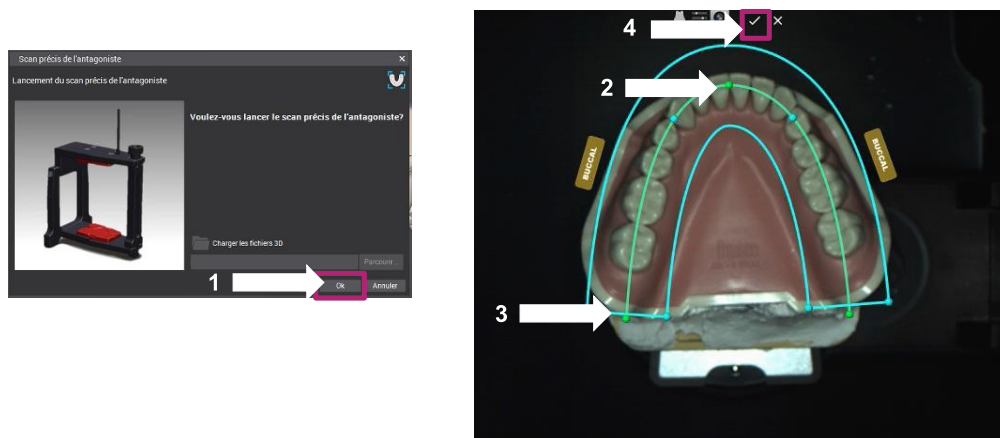
- Ouvrir le scanner, enlever le modèle du wax-up diagnostique, replacer le modèle maxillaire (avec les préparations), refermer le scanner.
- Sélectionner le point vert d'une préparation et choisir « Numériser plusieurs préparations sur le modèle » (1).
- Une boîte de dialogue « Modifier le contour de préparations multiples » s'ouvre (2).
- Grâce aux poignées oranges, positionner pour chaque dent les limites bleues en s'assurant que l'intégralité de la préparation soit comprise dans la sélection (3) puis sélectionner suivant (4) pour passer à la dent suivante.
- Après avoir scanné l'ensemble des dents, sélectionner « Ok » (5).



26

## Numérisation du modèle antagoniste (6/6)

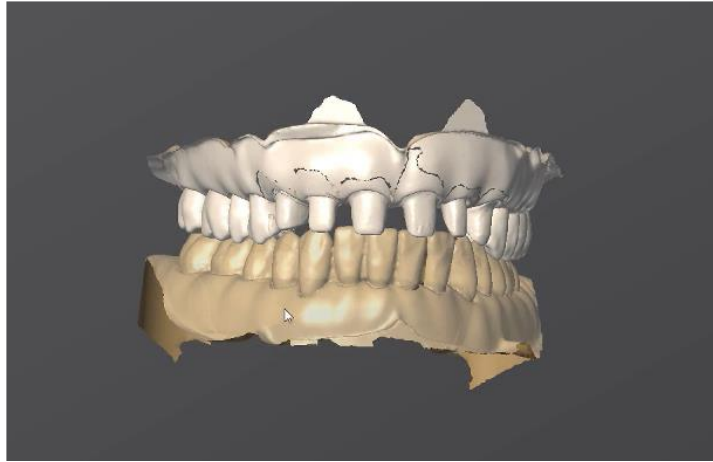
- Sélectionner l'icône  « Définir la zone de l'antagoniste ».
- Ouvrir le scanner, enlever le modèle maxillaire et placer le modèle mandibulaire, refermer le scanner.
- Sélectionner sur « Ok » pour passer à l'étape suivante (1).
- Répéter l'étape de numérisation pour le modèle antagoniste : positionner la poignée verte centrale au niveau du centre inter incisif (2) ; adapter la longueur du scan avec la poignée verte (3) ; Sélectionner sur  pour passer à l'étape suivante (4).



27

## Repositionnement du modèle antagoniste (6/6)

- *L'antagoniste se place automatiquement suite à la calibration de l'articulateur.*



**Annexe 2 : Tutoriel pour la restauration du guidage antérieur :  
des couronnes provisoires à celles d'usage**



# Tutoriel

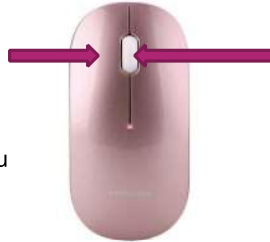
## Restauration du guidage antérieur : des couronnes provisoires à celles d'usage

## Utilisation de Dental Wings® : généralités

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



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



Clic molette : translater le modèle en conservant son orientation

→ Zoom : molette +/-

→ Gestion des points :

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

2

## Utilisation de Dental Wings® : généralités

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

3

### Restauration du guidage antérieur : des couronnes provisoires à celles d'usage

Concernant la conception des provisoires : les modèles doivent avoir été préalablement montés sur articulateur SAM® complémentaire du logiciel.

#### 1. Création de la commande

- Création de commande
- Importation des fichiers .STL
- Définition de la « Tooth Chain »
- Configuration de la ligne marginale
- Gestion de l'axe d'insertion
- Valider la préparation du modèle

#### 2. CAO des couronnes provisoires

- A partir d'une bibliothèque d'un wax-up diagnostique
- A partir d'une bibliothèque d'anatomies
- Utilisation de l'articulateur virtuel

#### 3. CAO des couronnes d'usage (cut-back)

- Création de commande
- CAO des couronnes

4

### Restauration du guidage antérieur : des couronnes provisoires à celles d'usage

#### 1. Création de la commande

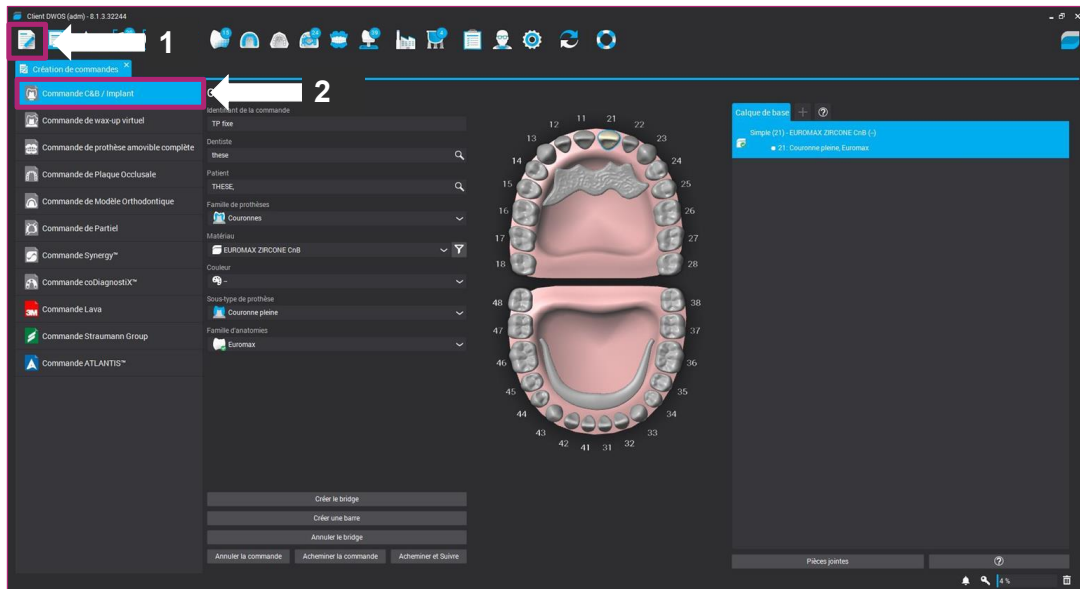
- Création de commande
- Importation des fichiers .STL
- Définition de la « Tooth Chain »
- Configuration de la ligne marginale
- Gestion de l'axe d'insertion
- Valider la préparation du modèle

5



## Création de commande (1/6)

- Sélectionner le 1<sup>er</sup> onglet en haut à gauche : Création de commandes (1).
- Sélectionner le 1<sup>er</sup> onglet à gauche : Commande C&B / implant (2).



6

## Création de commande (1/6)

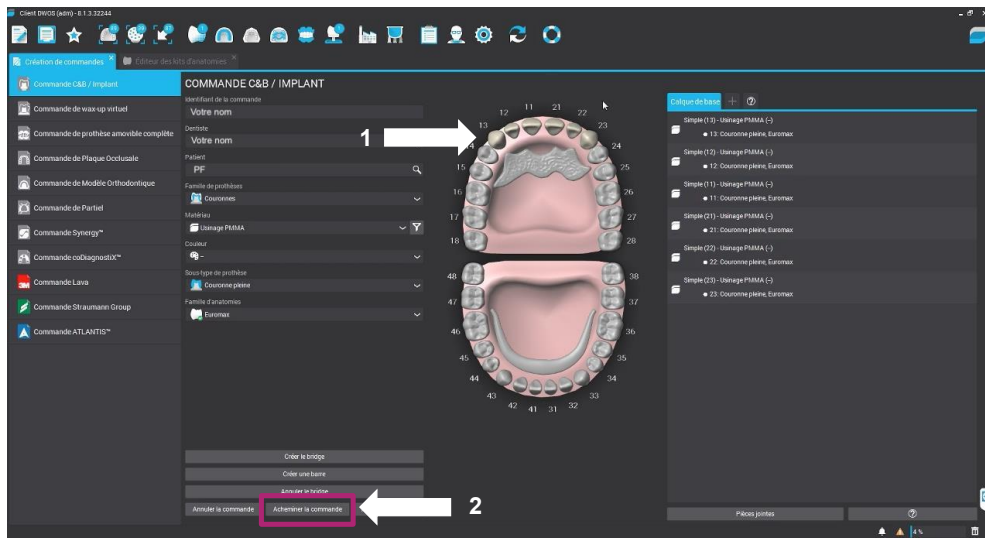
- Remplir la commande :
  - Identifiant de la commande : votre nom ;
  - Dentiste : votre nom ;
  - Patient : PF ;
  - Famille des prothèses : couronnes ;
  - Matériau : Usinage PMMA ;
  - Sous-type de prothèse : Couronne pleine ;
  - Famille d'anatomie : Euromax.



7

## Création de commande (1/6)

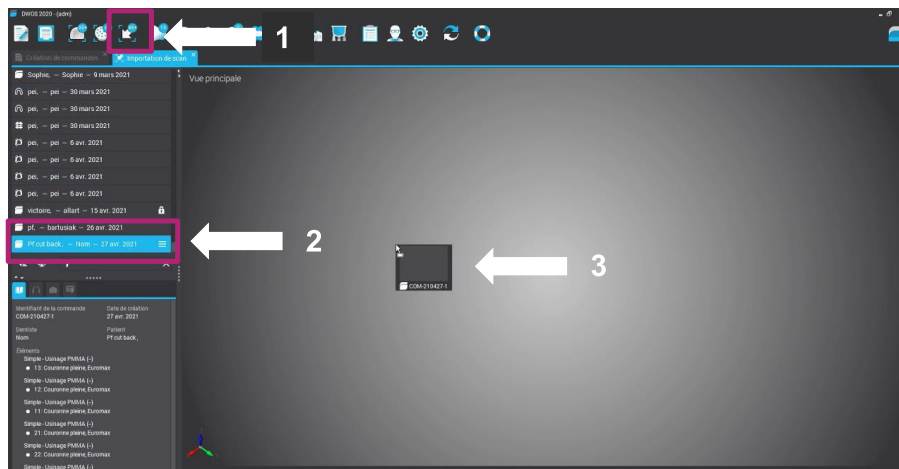
- Sélectionner les dents 11, 12, 13, 21, 22, 23 sur le schéma dentaire (1).
- Sélectionner « Acheminer la commande » (2).



8


## Importation des fichiers .STL (2/6)

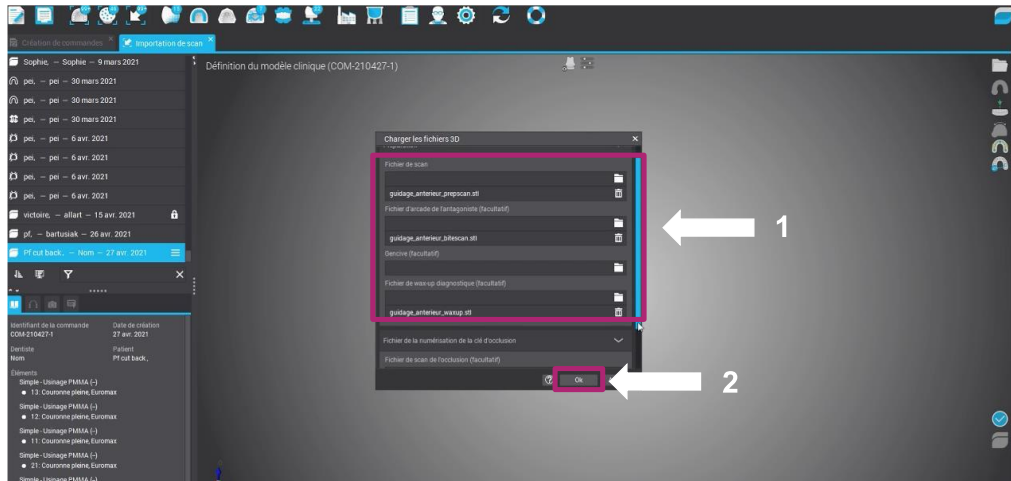
- Sélectionner l'onglet « Importation de scan » (1) et choisir le cas dans la barre latérale gauche (2).
- Faire un « Glisser-déposer » du cas au niveau de la zone de travail centrale (3).



9

## Importation des fichiers .STL (2/6)

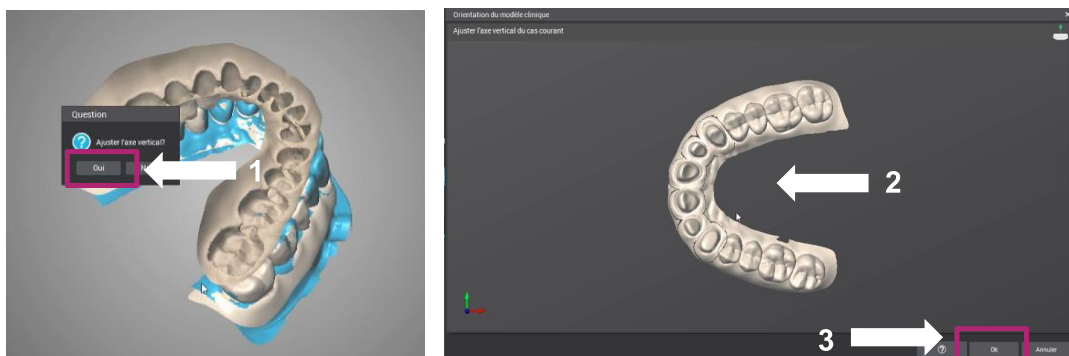
- Rechercher les fichiers suivants grâce à l'icône  (1) :
- fichier de scan : « guidage\_anterieur\_prepSCAN.stl » ;
- fichier d'arcade de l'antagoniste : « guidage\_anterieur\_bitescan.stl » ;
- fichier du wax-up diagnostique : « guidage\_anterieur\_waxup.stl ».
- Sélectionner « Ok » (2).



10

## Importation des fichiers .STL (2/6)

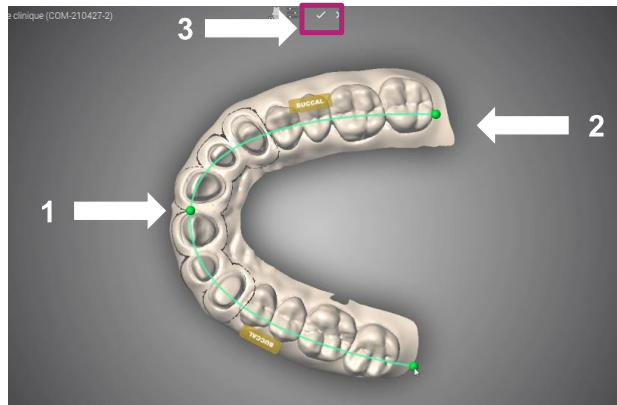
- Cliquer « Oui » pour ajuster l'axe vertical (1).
- S'assurer que le modèle maxillaire est orienté de façon à voir les faces occlusales et le bloc antérieur **vers la gauche** (2).
- Cliquer sur « Ok » pour passer à l'étape suivante (3).



11

## Importation des fichiers .STL (2/6)

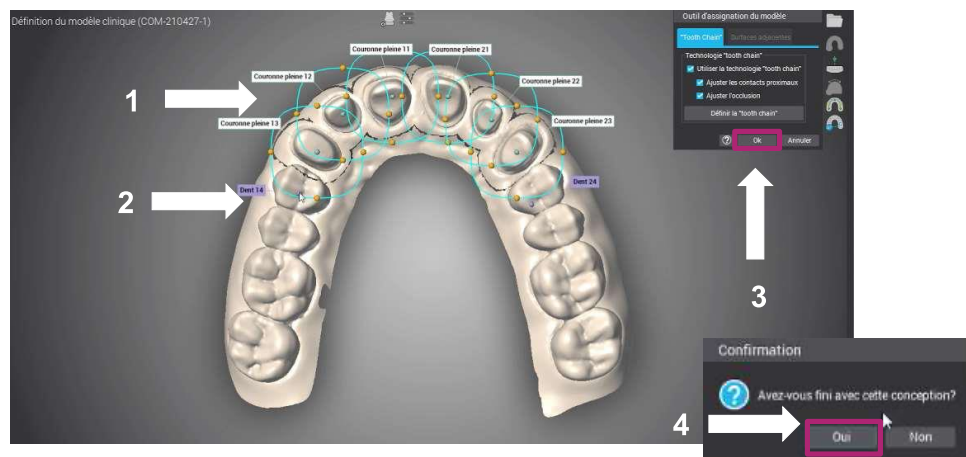
- Possibilité d'utiliser les commandes « Ctrl + flèche droite » **du clavier** pour tourner la zone de travail (courbe verte du sillon occlusal).
- Positionner la poignée verte centrale au niveau du centre inter-incisif (1) et adapter la longueur de la zone de travail avec la poignée verte (2).
- Sélectionner sur  pour passer à l'étape suivante (3).



12

## Définition de la « Tooth Chain » (3/6)

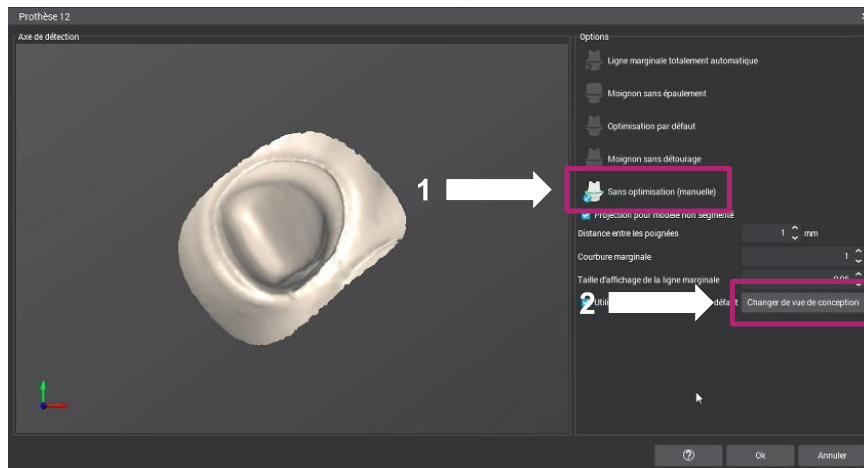
- Sélectionner les dents 11, 12, 13, 21, 22, 23 concernées par les couronnes à réaliser pour définir la « Tooth Chain » (1).
- Vérifier le placement automatique des dents adjacentes 14 et 24 (possibilité de légèrement les déplacer plus au centre des dents pour être plus précis) (2).
- Sélectionner "Ok" (3) pour passer à l'étape suivante.
- Valider la conception en cliquant sur « Oui » (4).



13

## Configuration de la ligne marginale (4/6)

- Plusieurs choix possible pour le dessin de la limite marginale :
  - ◆ automatique (création d'un grand nombre de point mais nécessite de rectifier ceux qui se trouve en dehors de la limite marginale) ;
  - ◆ **manuelle** (placer les points un par un) (1) associé à la sélection « Changer de vue de conception » (2).

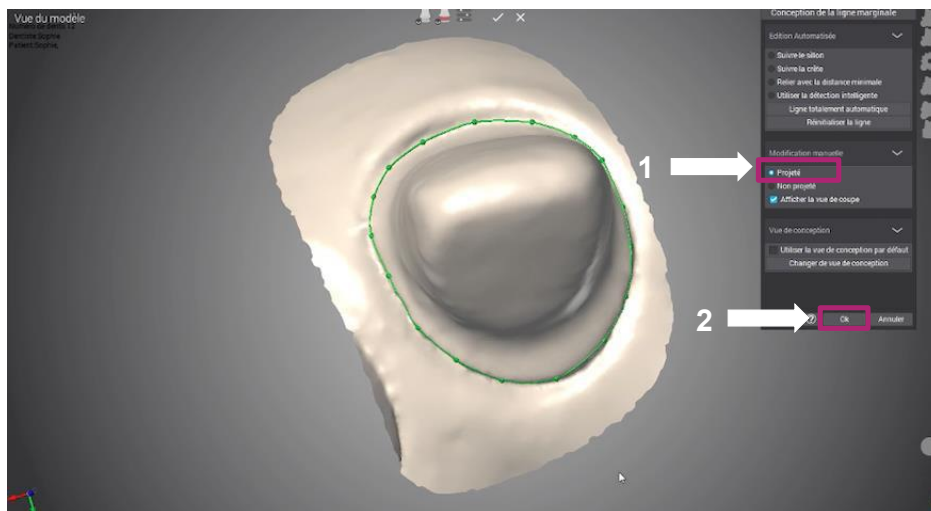


14

## Configuration de la ligne marginale (4/6)

Si configuration manuelle (à privilégier) :

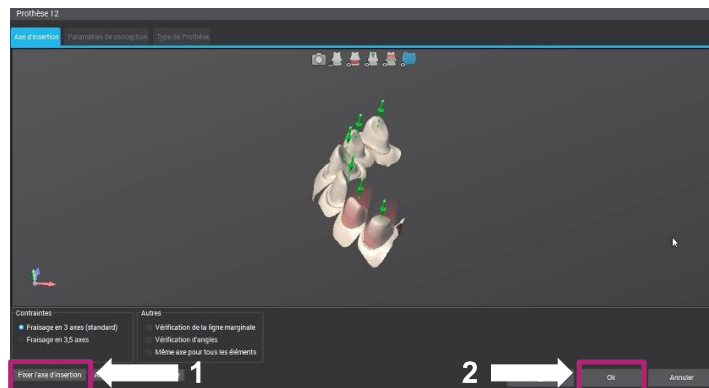
- sélectionner « Projeté » (1) ;
- appuyer sur clic gauche pour placer les points verts un par un au niveau de la limite marginale ;
- sélectionner « Ok » (2).



15


## Gestion de l'axe d'insertion (5/6)

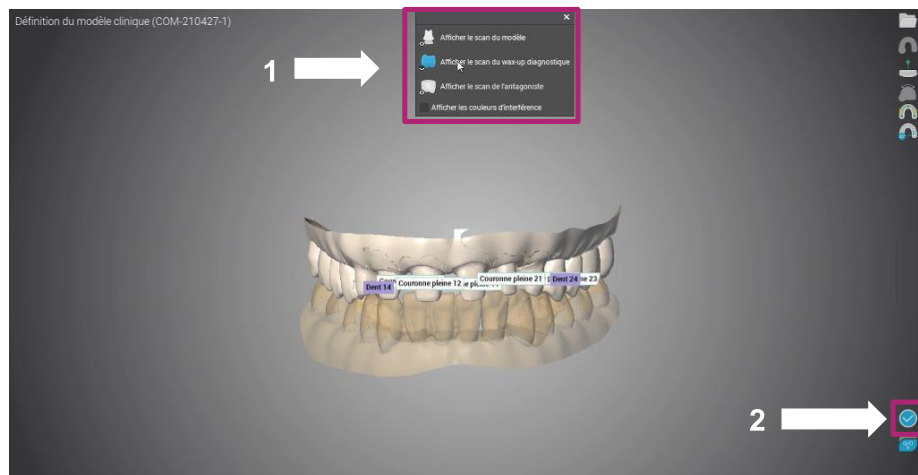
- La poignée verte représente l'axe d'insertion de la couronne.
  - Le rouge représente la projection de la limite marginale par rapport à l'axe d'insertion.
  - Utiliser clic gauche sur la poignée pour modifier l'axe d'insertion pour ne pas voir déborder des parties de la préparation de la zone rouge.
  - Cliquer sur « Fixer l'axe d'insertion » (1).
  - Cliquer sur "OK" pour valider (2).
- Répéter les étapes pour l'ensemble des préparations.



16

## Valider la préparation du modèle (6/6)

- Il est possible d'afficher le scan du modèle, du wax-up diagnostique et de l'antagoniste indépendamment les uns des autres (1).
- Sélectionner l'onglet « valider »  en bas à droite (2) puis « Oui » pour passer à l'étape suivante (2).



17


### Restauration du guidage antérieur : des couronnes provisoires à celles d'usage

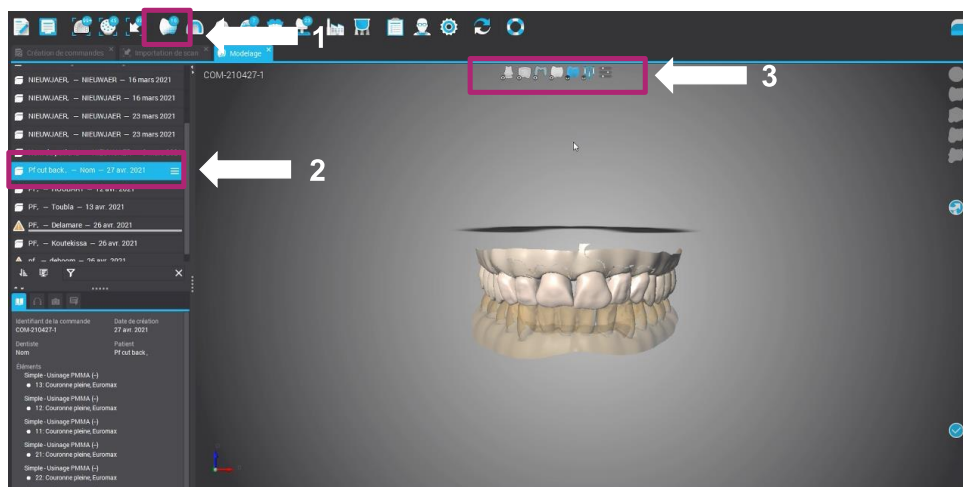
#### 2. CAO des couronnes provisoires

- A partir de wax-up diagnostique
- A partir d'une bibliothèque d'anatomies
- Utilisation de l'articulateur virtuel

18

## CAO de la couronne

- Ouvrir le 7<sup>ème</sup> onglet en haut à gauche : modelage  (1).
- Sélectionner le cas (2).
- Possibilité de masquer/afficher les différents calques.
- Plusieurs choix possibles pour la conception de l'anatomie des couronnes :
  - ◆ utilisation d'un wax-up diagnostique ;
  - ◆ création manuelle à partir d'une bibliothèque d'anatomie.

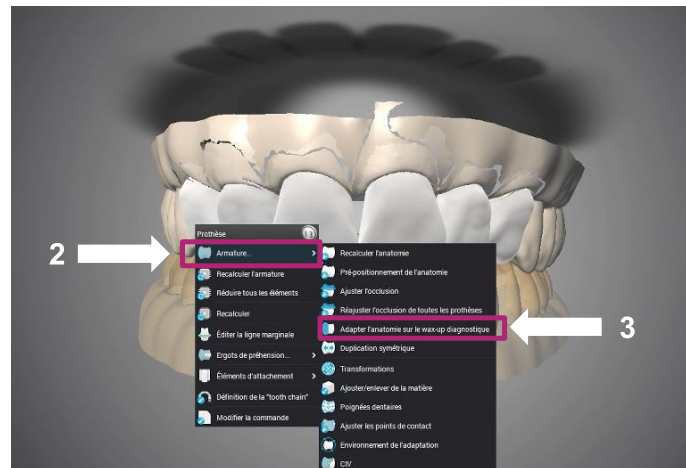


19

## CAO de la couronne (avec wax-up) (1/3)

### Conception de l'anatomie à partir d'un wax-up diagnostique

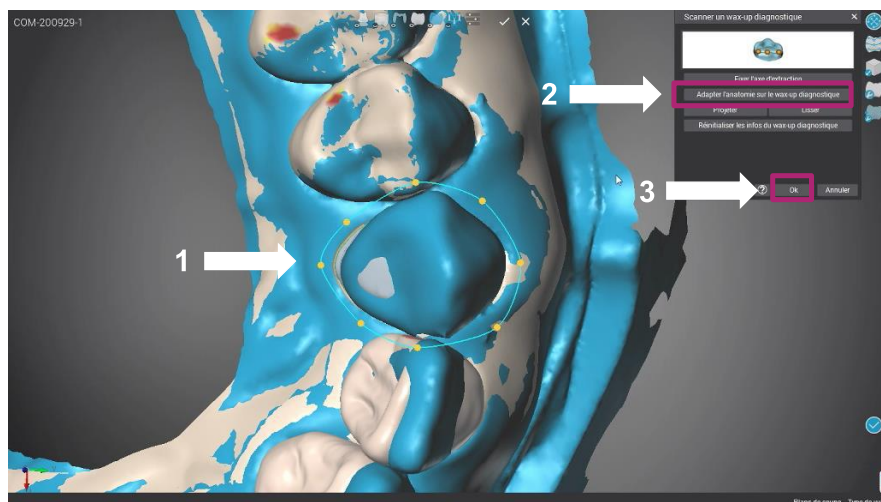
- *Clic droit sur une des préparations (attention à bien cliquer sur une préparation et non sur le calque du wax-up), sélectionner « Armature » (2) puis « Adapter l'anatomie sur le wax-up diagnostique » (3).*



20

## CAO de la couronne (avec wax-up) (1/3)

- *A l'aide des poignées oranges, positionner pour chaque dent les limites bleues en s'assurant que l'intégralité de la préparation soit comprise dans la sélection (1).*
- *Sélectionner « Adapter l'anatomie sur le wax-up diagnostique » (2) puis « Ok » (3).*
- *Répéter l'étape pour l'ensemble des préparations.*

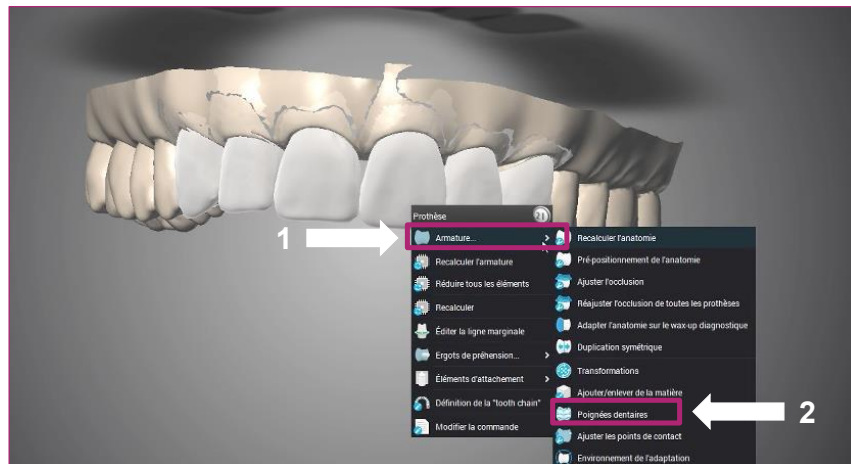


21



## CAO de la couronne (avec wax-up) (1/3)

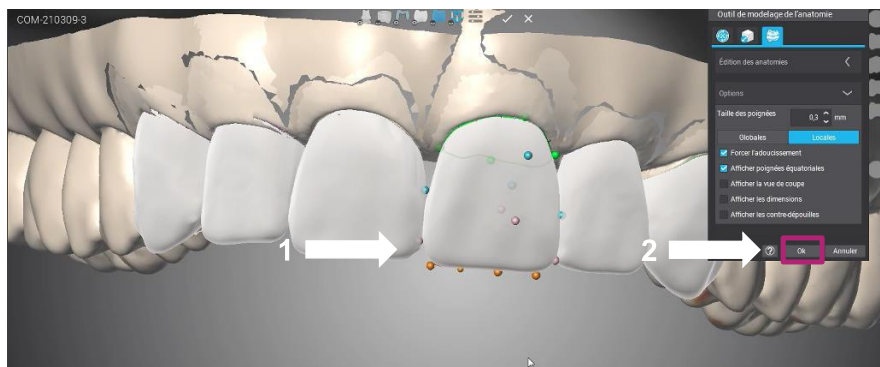
- Pour modifier les éléments de la couronne : Clic droit sur une des préparations, sélectionner « Armature » (1) puis « Poignées dentaires » (2).



22

## CAO de la couronne (avec wax-up) (1/3)

- Utiliser les poignées colorées pour modifier l'anatomie de la couronne (1).
- Cliquer sur "OK" pour terminer (2).




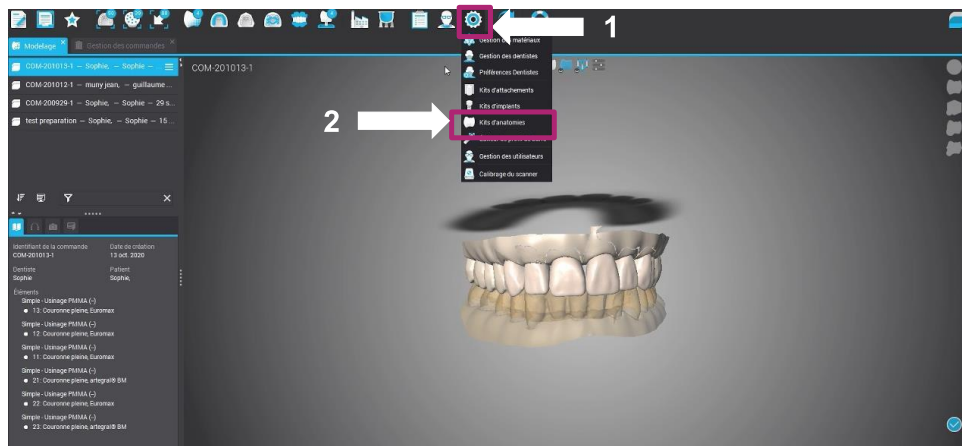
- ❖ Poignée jaune : rotation / inclinaison
- ❖ Poignée marron : modification du volume avec conservation des proportions
- ❖ Poignée bleue : modification de 2 faces sans conservation des proportions
- ❖ Poignée verte : modification d'une face sans conservation des proportions
- ❖ Poignée bleue : zone de plus grand contour
- ❖ Poignée orange : cuspidés
- ❖ Poignée orange : sillons médians

23

## CAO de la couronne (avec bibliothèque d'anatomies) (2/3)

### Conception de l'anatomie à partir d'une bibliothèque d'anatomies

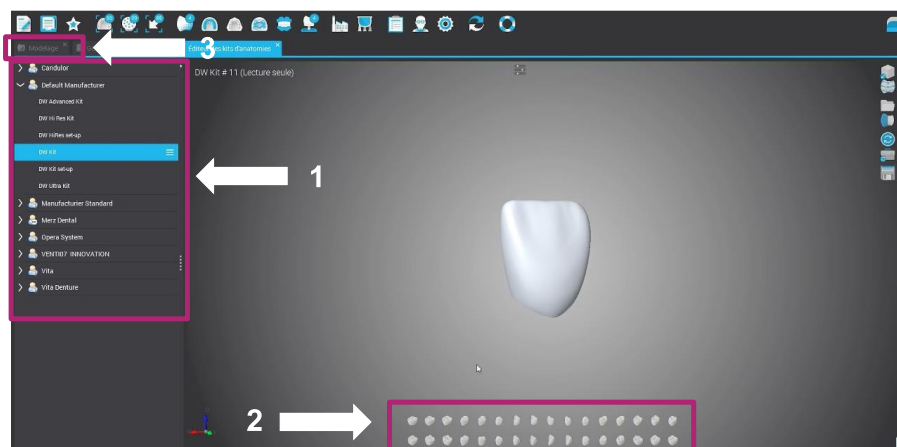
- Pour visualiser les différentes familles d'anatomies : sélectionner l'icône  (1) puis « Kits d'anatomies » (2).



24

## CAO de la couronne (avec bibliothèque d'anatomies) (2/3)

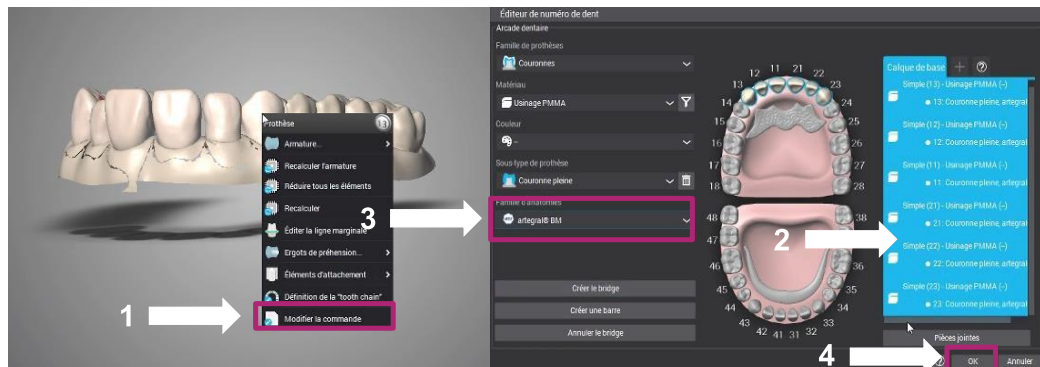
- Dans la barre latérale gauche, choisir une famille d'anatomie pouvant correspondre au cas clinique (1).
- Sélectionner les dents correspondantes pour voir le rendu esthétique (2).
- Revenir sur l'onglet « Modelage » (3).



25

## CAO de la couronne (avec bibliothèque d'anatomies) (2/3)

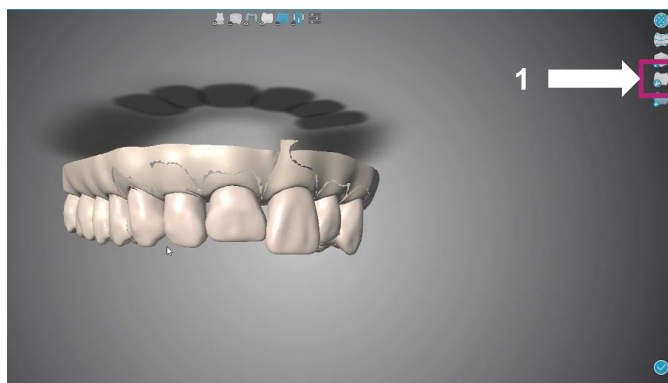
- Pour changer l'anatomie de l'ensemble des couronnes : clic droit sur une des provisoires puis sélectionner « Modifier la commande » (1).
- Sélectionner l'ensemble des dents (2).
- Choisir la famille d'anatomie voulue grâce au menu déroulant (3) (ici **artegral® BM**) puis sélectionner « Ok » (4).



26



## CAO de la couronne (avec bibliothèque d'anatomies) (2/3)

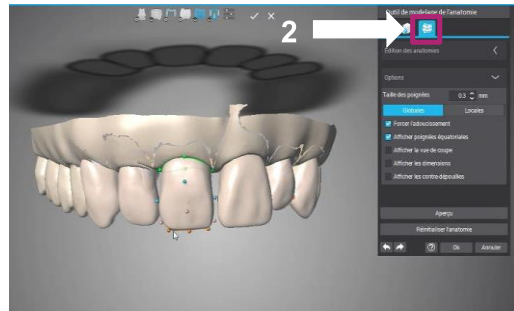
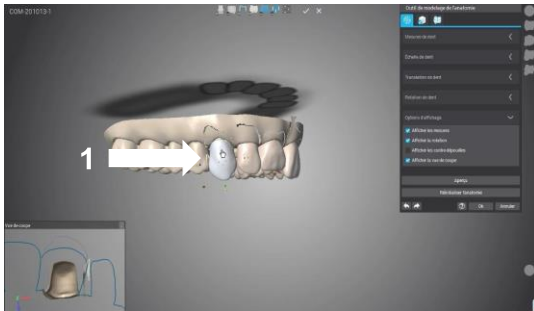
- Pour modifier les éléments de la couronne : sélectionner une dent et choisir l'icône « Pré-positionnement de l'anatomie » (1).



27

## CAO de la couronne (avec bibliothèque d'anatomies) (2/3)

- Dans l'icône , modifier l'orientation et les proportions des couronnes en vue vestibulaire (1).
- Dans l'icône , continuer le design des couronnes en modifiant les poignées dentaires (2).



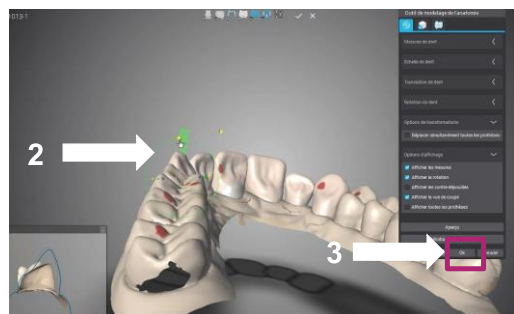
- ❖ Poignée jaune : rotation / inclinaison
- ❖ Poignée marron : modification du volume avec conservation des proportions
- ❖ Poignée bleue : modification de 2 faces sans conservation des proportions
- ❖ Poignée verte : modification d'une face sans conservation des proportions

- ❖ Poignée bleue : zone de plus grand contour
- ❖ Poignée orange : cuspides
- ❖ Poignée orange : sillons médians

28


## CAO de la couronne (avec bibliothèque d'anatomies) (2/3)

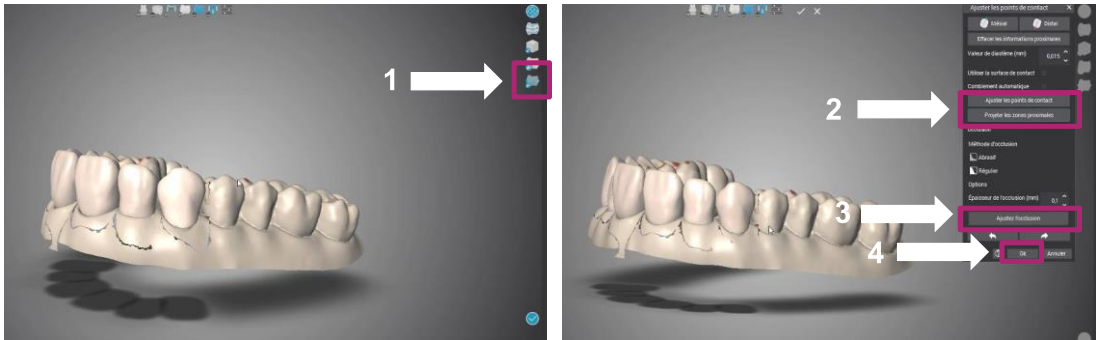
- Continuer le design dans la vue occlusale (1) puis faire l'intégration intra-arcade (2).
- Sélectionner « Ok » (3).



29

## CAO de la couronne (avec bibliothèque d'anatomies) (2/3)

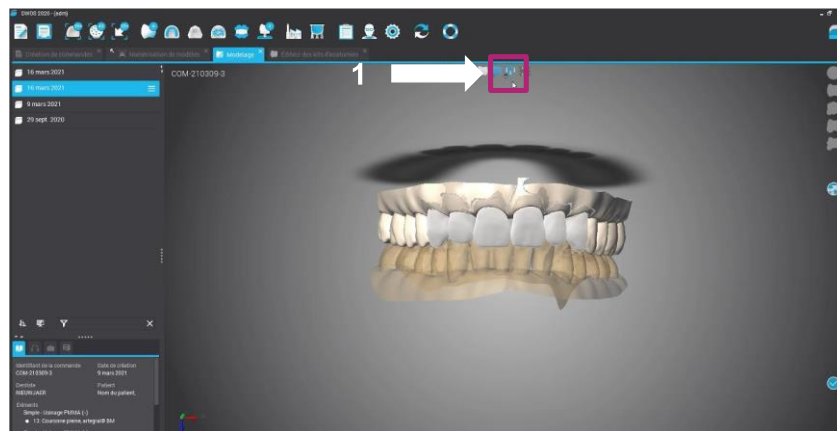
- Sélectionner une dent et choisir l'icône  « Ajuster les points de contact » (1).
  - Sélectionner « Projeter les zones proximales » puis « Ajuster les points de contact » (2).
  - Sélectionner « Ajuster l'occlusion » (3).
  - Cliquer sur « Ok » (4).
- Répéter pour chaque dent.



30

## Utilisation de l'articulateur virtuel (3/3)

- Sélectionner l'icône  « Articulateur virtuel » (1).



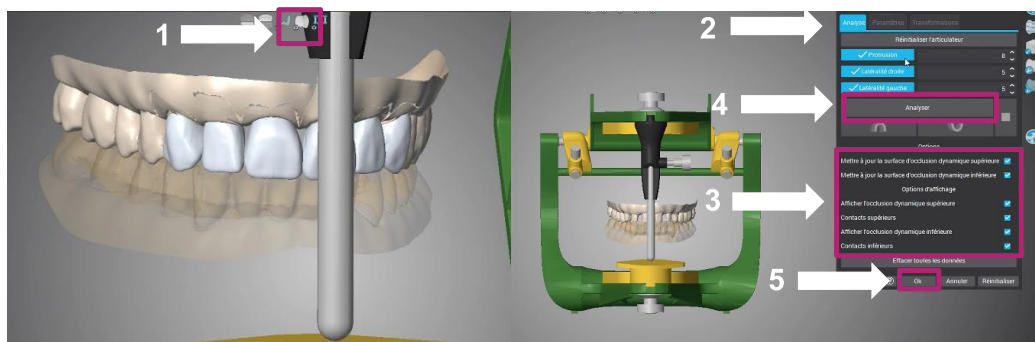
31

## Remarque : illustration de l'impact du guidage antérieur

*Nous proposons ici des exercices de modifications du guidage antérieur, de la pente condylienne et incisive afin d'étudier leur impact sur les restaurations prothétiques.*


### Cas d'un guidage antérieur fonctionnel

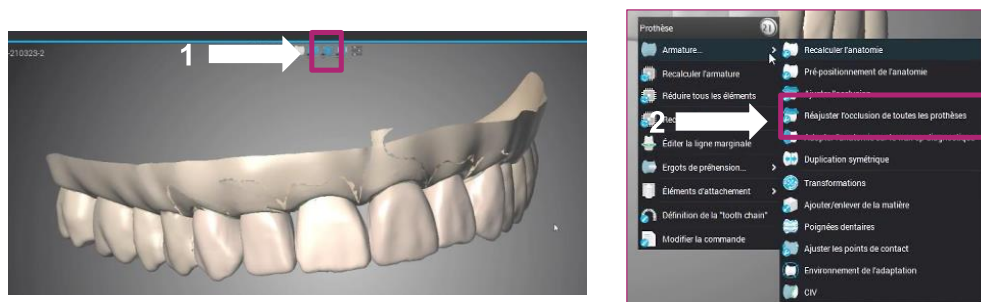
- Sélectionner le calque des couronnes afin de les faire **apparaître** (1).
- Dans l'onglet « Analyse » (2), cocher l'ensemble des cases (3) puis cliquer sur « Analyser » (4).
- Valider en cliquant sur « Ok » (5).



32

## Remarque : illustration de l'impact du guidage antérieur


- Une nouvelle icône  apparaît correspondant aux mouvements dynamiques réalisés par l'articulateur (1).
- Clic droit sur une des préparations, sélectionner « Armature... » puis « Réajuster l'occlusion de toutes les prothèses » (2).

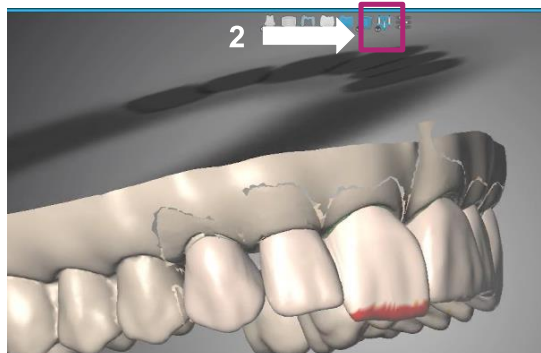
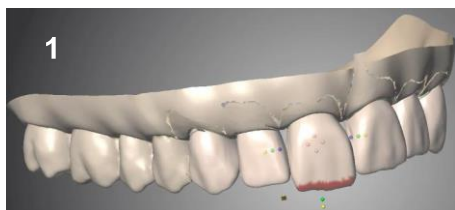


33

## Remarque : illustration de l'impact du guidage antérieur

### Cas d'un guidage antérieur dysfonctionnel

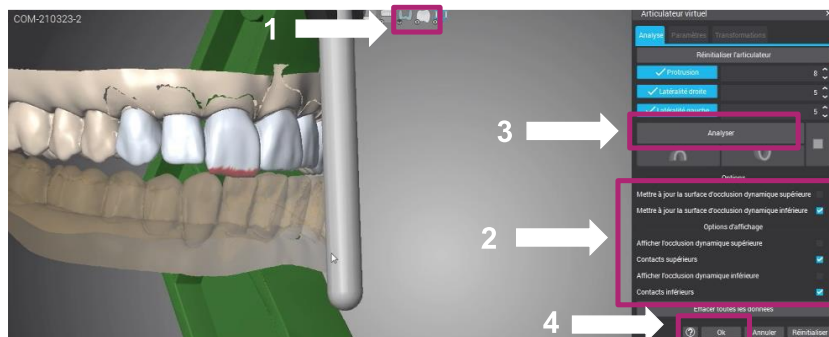
- Grâce aux fonctionnalités vu précédemment augmenter la taille d'une des dents pour créer un guidage dysfonctionnel (ici le bord libre de la 11 est plus bas) (1).
- Sélectionner l'icône  « Articulateur virtuel » (2).



34

## Remarque : illustration de l'impact du guidage antérieur

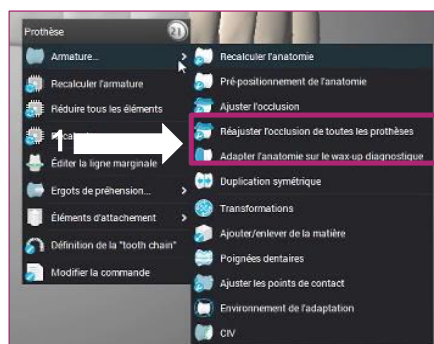
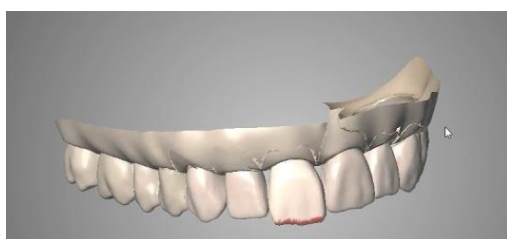
- Sélectionner le calque des couronnes pour les faire **apparaître** (1).
- Dans l'onglet « Analyse », cocher l'ensemble des cases (2) puis cliquer sur « Analyser » (3).
- Valider en cliquant sur « Ok » (4).



35

## Remarque : illustration de l'impact du guidage antérieur

- Le bord libres de l'incisive apparaît toujours en surocclusion. En effet, il s'agit de la seule dent à prendre en charge le mouvement de propulsion.
- Clic droit sur une des préparations, sélectionner « Armature... » puis « Réajuster l'occlusion de toutes les prothèses (1).

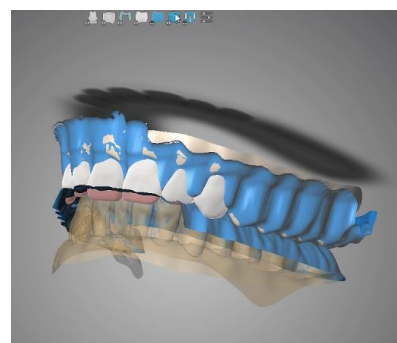
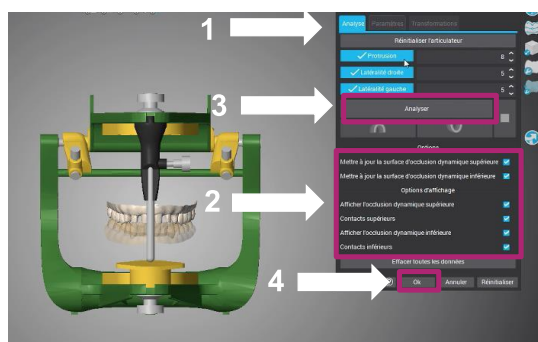


36

## Remarque : illustration de l'impact du guidage antérieur

### Cas d'un guidage antérieur absent

- Sélectionner le calque des couronnes pour les faire **disparaître**.
- Dans l'onglet « Analyse » (1), cocher l'ensemble des cases (2) puis cliquer sur « Analyser » (3).
- Valider en cliquant sur « Ok » (4).
- Les bords libres des incisives apparaissent en surocclusion car l'analyse des différents mouvements a été effectuée SANS les couronnes (comme lors de l'absence de guidage antérieur).

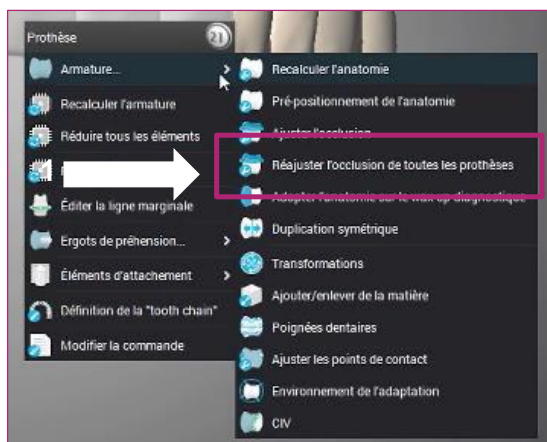


37



## Remarque : illustration de l'impact du guidage antérieur

- *En réajustant l'occlusion (1), l'ensemble des couronnes vont « fondre » pour essayer de retrouver une occlusion avec les antagonistes. Ce guidage antérieur est non exploitable et correspond à une occlusion balancée.*



38

## Remarque : illustration de l'impact du guidage antérieur

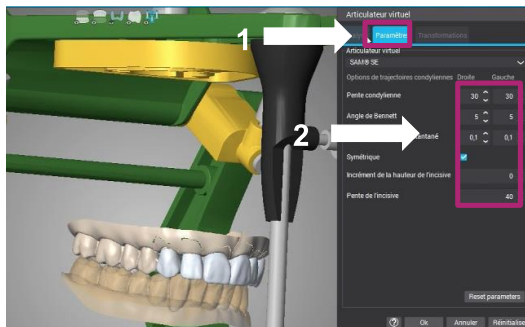
- *Après avoir testé les différents cas de guidage, retrouver un cas de guidage antérieur fonctionnel en réadaptant les anatomies sur le wax-up diagnostique (pages 26-27 du tutoriel) avant de passer à l'étape suivante.*
- *Réajuster également l'occlusion et les points de contact.*

39

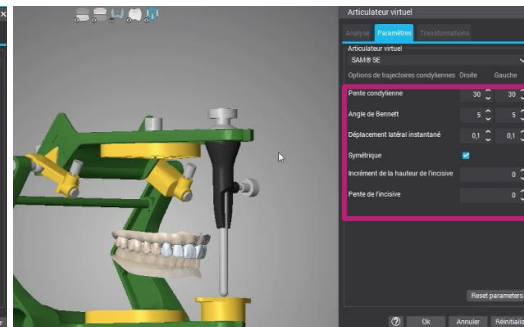
## Utilisation de l'articulateur virtuel (3/3)

### Cas de la modification de la pente incisive

- Sélectionner le calque des couronnes pour les faire **apparître**.
- **Modification de la pente incisive** : dans l'onglet « Paramètres » (1) de l'articulateur virtuel, modifier les valeurs de la pente condylienne et pente incisive (2).
- Exemple 1 : Pente condylienne 30° et Pente incisive 40°
- Exemple 2 : Pente condylienne 30° et Pente incisive 0°
- Dans l'onglet « Analyse », cliquer sur « Analyser » et valider en cliquant sur « Ok ».



Exemple 1

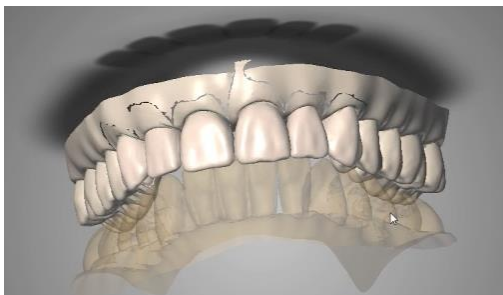


Exemple 2

40

## Utilisation de l'articulateur virtuel (3/3)

- La diminution de la pente incisive dans l'exemple 2 entraîne des suroccusions sur les incisives centrales.



Exemple 1



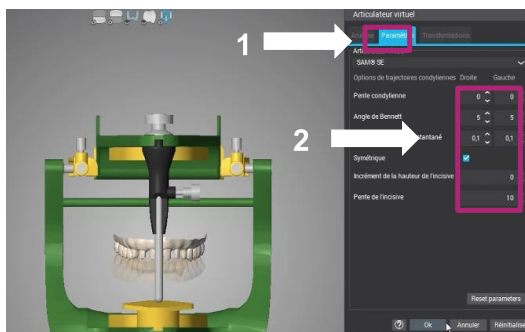
Exemple 2

41

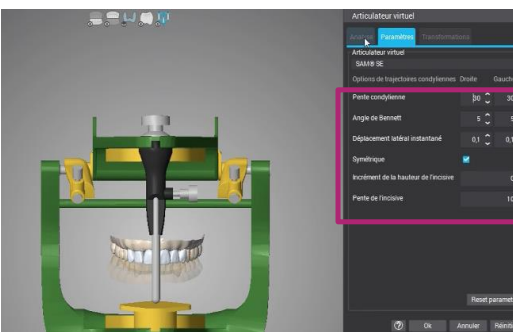
## Utilisation de l'articulateur virtuel (3/3)

### Cas de la modification de la pente condylienne

- Sélectionner le calque des couronnes pour les faire **apparître**.
- **Modification de la pente condylienne** : dans l'onglet « Paramètres » (1) de l'articulateur virtuel, modifier les valeurs de la pente condylienne et pente incisive (2).
- Exemple 3 : Pente condylienne 0° et Pente incisive 10°
- Exemple 4 : Pente condylienne 30° et Pente incisive 10°
- Dans l'onglet « Analyse », cliquer sur « Analyser » et valider en cliquant sur « Ok ».



Exemple 3



Exemple 4

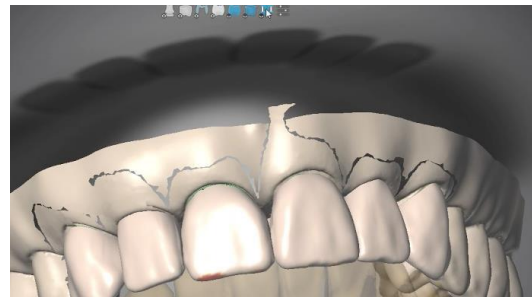
42

## Utilisation de l'articulateur virtuel (3/3)

- La diminution de la pente condylienne dans l'exemple 3 entraine une suroccclusion sur la 11.



Exemple 3



Exemple 4

43

### Restauration du guidage antérieur : des couronnes provisoires à celles d'usage

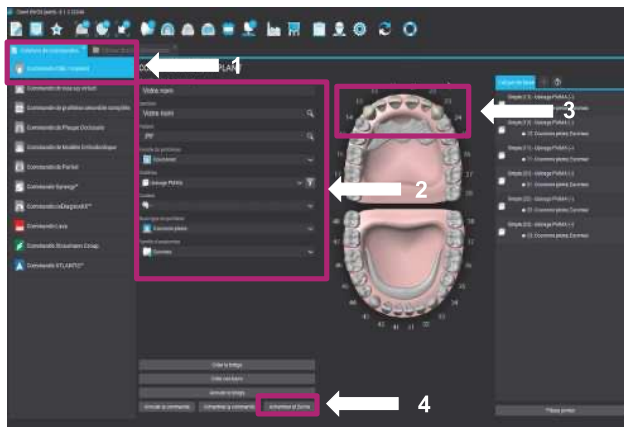
#### 3. CAO des couronnes d'usage (cut-back)

- Création de commande
- CAO des couronnes

44

## Création de commande (1/2)

- Pour la conception des couronnes d'usage en cut-back, retourner dans le 1<sup>er</sup> onglet en haut à gauche : « Création de commandes » puis sélectionner le 1<sup>er</sup> onglet à gauche « Commande C&B / implant » (1).
- Remplir la commande (2).
- Sélectionner les dents 11, 12, 13, 21, 22, 23 sur le schéma dentaire (3).
- Sélectionner "acheminer et suivre" (4).




Pour la commande (2) :

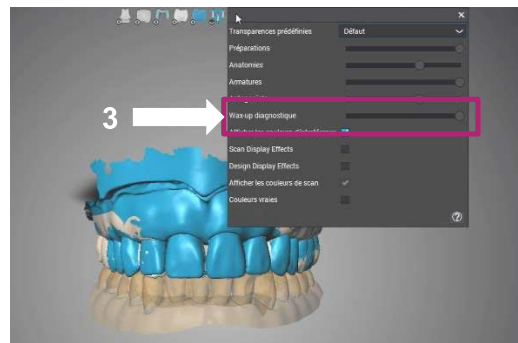
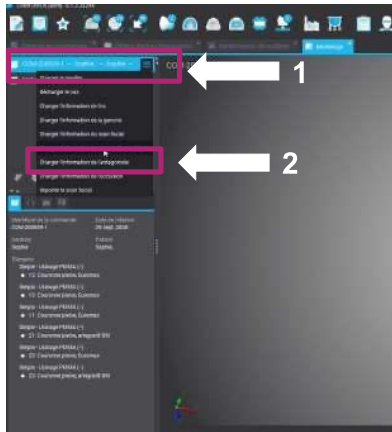
- Identifiant de la commande : votre nom ;
- Dentiste : votre nom ;
- Patient : PF ;
- Famille des prothèses : couronnes ;
- Matériau : Usinage PMMA ;
- Sous-type de prothèse : Couronne pleine ;
- Famille d'anatomie : **V07 Natural 3 Cut-Back.**

45

## CAO des couronnes (2/2)


*Il n'est pas possible d'adapter automatiquement l'anatomie d'une couronne en cut-back depuis un wax-up diagnostique mais il est possible de le prépositionner manuellement.*

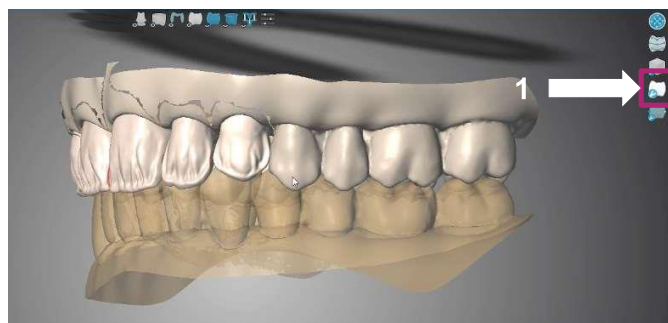
- Dans l'onglet du cas (1), faire clic droit et sélectionner « Charger l'information du wax-up diagnostique » (2).
- Rechercher le fichier « guidage\_anterieur\_waxup.stl » puis sélectionner « Ouvrir »
- Sélectionner l'icône  pour modifier l'effet de transparence du wax-up diagnostique (3).



46



## CAO des couronnes (2/2)

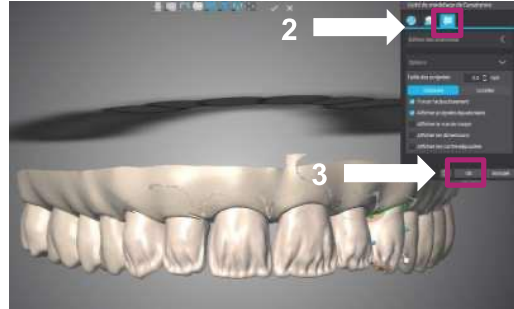
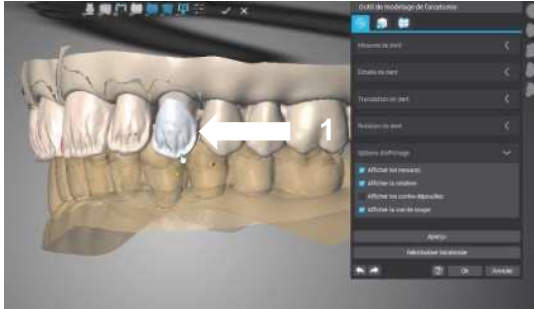
- Pour modifier les éléments de la couronne : sélectionner une dent et choisir l'icône  « Pré-positionnement de l'anatomie » (1).
- Modifier la position, l'orientation et l'anatomie des couronnes pour les adapter au calque des wax-up diagnostiques et reproduire le plus fidèlement l'anatomie palatine.



47

## CAO des couronnes (2/2)

- Dans l'icône , modifier l'orientation et les proportions des couronnes en vue vestibulaire (1).
- Dans l'icône , continuer le design des couronnes en modifiant les poignées dentaires (2).
- Continuer le design dans la vue occlusale puis faire l'intégration intra-arcade.
- Sélectionner « Ok » (3).




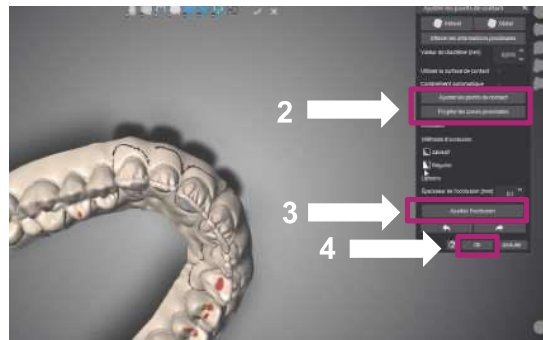
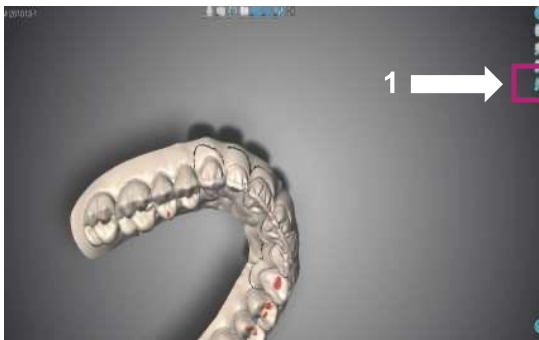
- ❖ Poignée jaune : rotation / inclinaison
- ❖ Poignée marron : modification du volume avec conservation des proportions
- ❖ Poignée bleue : modification de 2 faces sans conservation des proportions
- ❖ Poignée verte : modification d'une face sans conservation des proportions

- ❖ Poignée bleue : zone de plus grand contour
- ❖ Poignée orange : cuspidés
- ❖ Poignée orange : sillons médians

48

## CAO des couronnes (2/2)

- Sélectionner une dent et choisir l'icône  « Ajuster les points de contact » (1).
- Sélectionner « Projeter les zones proximales » puis « Ajuster les points de contact » (2).
- Sélectionner « Ajuster l'occlusion » (3).
- Cliquer sur « Ok » (4).
- Répéter pour chaque dent.



49

## Annexe 3 : Questionnaire d'analyse d'un cours



Service de Conseil et d'Accompagnement à la PÉdagogie (CAPE)

### Questionnaire d'analyse d'un cours

Date : 26 avril 2021

Titre du cours : CAO et Guidage antérieur

Les résultats de ce questionnaire permettront à l'enseignant de connaître la manière dont les étudiants perçoivent cet enseignement et de dégager des axes d'amélioration. Pour cela, merci d'exprimer librement votre opinion, ce questionnaire est anonyme.

Pour chaque question, veuillez cocher la case qui correspond à votre opinion et d'ajouter vos commentaires complémentaires en fin de questionnaire.

Organisation pédagogique	Non	Plutôt non	Plutôt oui	Oui	Non-concerné
1. Les objectifs du cours sont clairs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Le cours est bien structuré	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Les notions essentielles de la matière sont suffisamment développées	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Le programme annoncé a été traité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tutoriel	Non	Plutôt non	Plutôt oui	Oui	Non-concerné
5. Le tutoriel fourni aide à comprendre les notions présentées	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Il y a suffisamment d'illustrations	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Les différentes étapes sont clairement expliquées	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Seriez-vous capable de réaliser votre propre cas clinique au cabinet avec ce tutoriel ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Avez-vous des suggestions pour améliorer ce support ?

Quels sont les points forts de ce TP ?

Quels sont les points faibles de ce TP ?

Avez-vous des suggestions pour améliorer ce TP ?

**Merci de votre participation**

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

Apport de la CAO dans la réhabilitation du guidage antérieur : réalisation de supports pédagogiques pour les travaux pratiques de la faculté de chirurgie dentaire de Lille. / **NIEUWJAER Sophie.**- p. (95) : ill. (18) ; réf. (52).

**Domaines** : CAO, guidage antérieur, pédagogie, Dental Wings®

**Mots clés Rameau:**

**Mots clés FMeSH:**

**Résumé de la thèse :**

Les notions de guidage antérieur et de CFAO s'intègrent aujourd'hui dans les compétences prothétiques qui doivent être acquises par les étudiants de chirurgie dentaire au cours de leur cursus. Les différents cas de figure de guidages antérieurs associés à leur restauration prothétique sont exposés dans une première partie. Des notions sur l'enseignement et la possibilité d'inclure la CAO comme outil pédagogique dans l'enseignement du guidage antérieur sont également abordés. Dans cette optique, deux supports pédagogiques destinés aux étudiants de la faculté de chirurgie dentaire de Lille ont été conçus pour les aider à appréhender le logiciel de CAO Dental Wings® via un cas clinique illustrant le guidage antérieur.

**JURY :**

**Président : Monsieur le Professeur Pascal BEHIN**

**Assesseurs : Madame le Docteur Mathilde SAVIGNAT**

**Monsieur le Docteur Jérôme VANDOMME**

**Madame le Docteur Marion DEHURTEVENT**

**Adresse de l'auteur :**