

Conception Automatique d'un Crochet de Stellite

Thomas SCHOLL
Encadré par Roseline BÉNIÈRE et William PUECH
23 Juin 2023

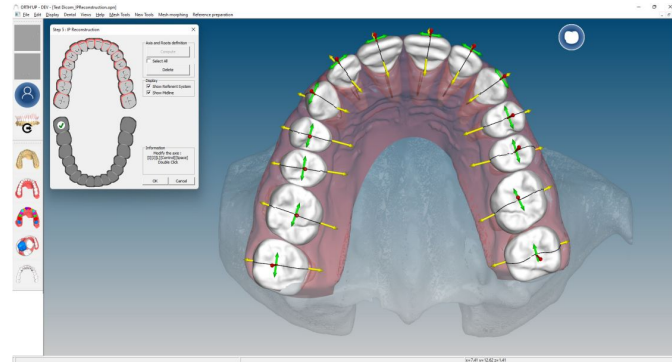


Introduction



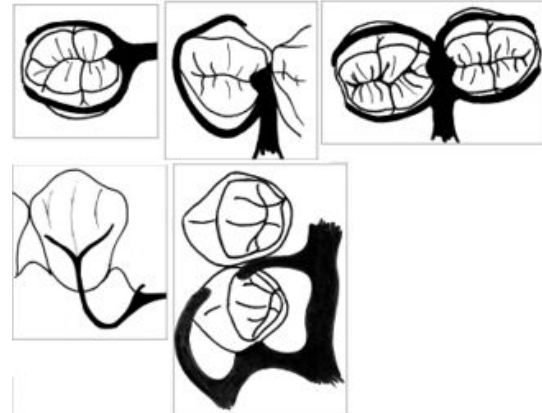
Présentation de l'Entreprise

- Fondée en 1998.
- Située à Montpellier.
- Développe des logiciels de CAO dans des domaines principalement médicaux, particulièrement le dentaire.
- Noyau commun de développement.



Présentation du Sujet

- Prothèse utilisée en situation d'édentement.
- Composée d'une grille sur laquelle repose des fausses dents.
- Se fixe sur les dents toujours présentes avec des crochets.
- Plusieurs types de crochets en fonction des besoins.



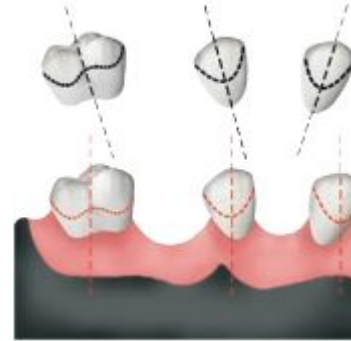


Etat de l'Art

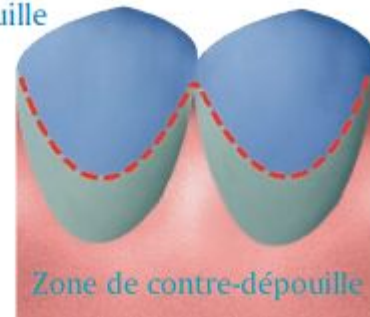


Réalisation dans le Domaine Dentaire

- Notion de rétention.
- Déduite de l'axe d'insertion de la prothèse.
- Permet de déduire la ligne de plus grand contour.
- Permet de déduire la zone de contre-dépouille.



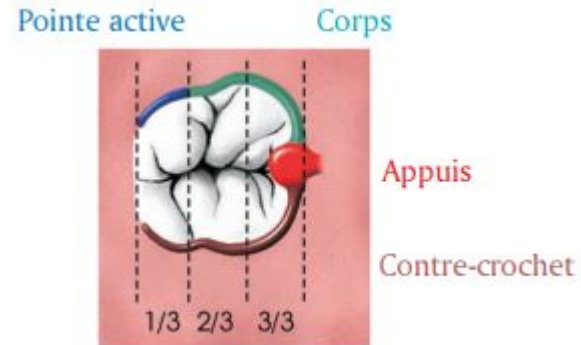
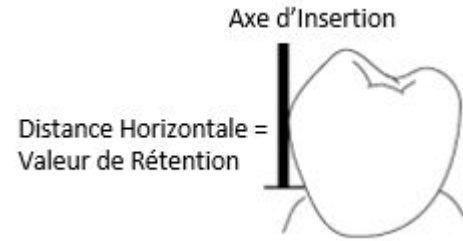
Zone de dépouille



Equateur

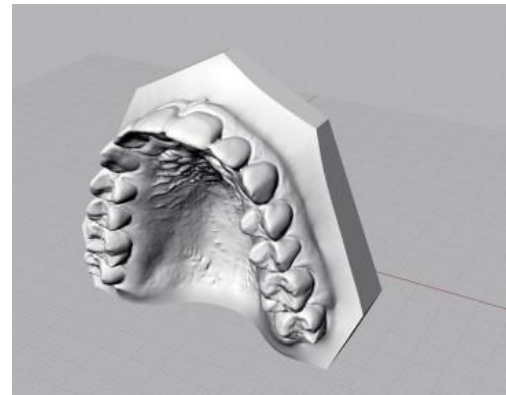
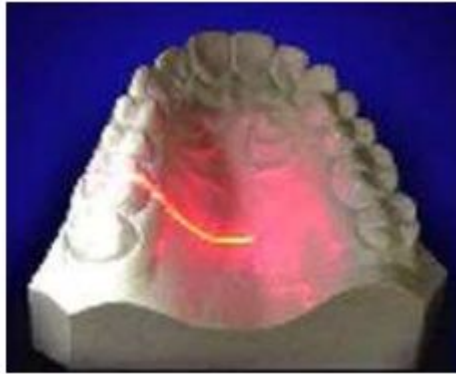
Réalisation dans le Domaine Dentaire

- Valeur de rétention est distance horizontale entre l'axe d'insertion et la dent.
- Rétention maximale d'environ 0.25mm.
- Pointe active assure la rétention.
- Corps et contre-crochet assure la stabilité.



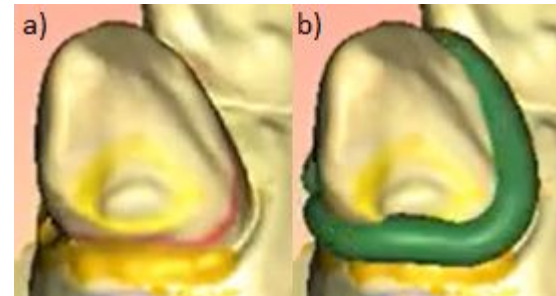
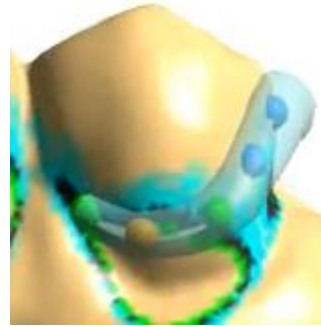
Réalisation en Informatique

- Acquisition du maillage de l'arcade.
- Balayage laser sur un plâtre.
- Projection de motifs lumineux en intra-oral.
- Maillage exporté au format STL.



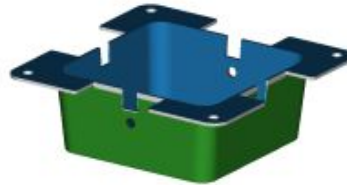
Crochets dans les Logiciels de CAO

- Digistell : placement manuel des points.
- Valeurs de rétentions affichées.
- Lent et répétitif.
- Silapart : suivi d'un tracé sur le plâtre.
- Vendu comme automatique mais nécessite une préparation sur le plâtre.
- Ne se base pas sur les rétentions.

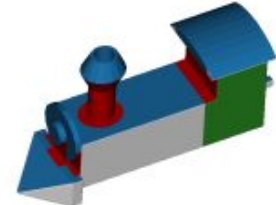


Calcul de Rétention

- Calcul de rétention dans les logiciels pas assez précises.
- Rapprochement à la détection de points invisibles.
- Utilise du shadow mapping selon plusieurs axes.
- Pas utilisée car trop complexe.



(a) 2219 facets, 60 fps



(b) 3122 facets, 58 fps



(c) 5716 facets, 47 fps



(d) 50000 facets, 5 fps

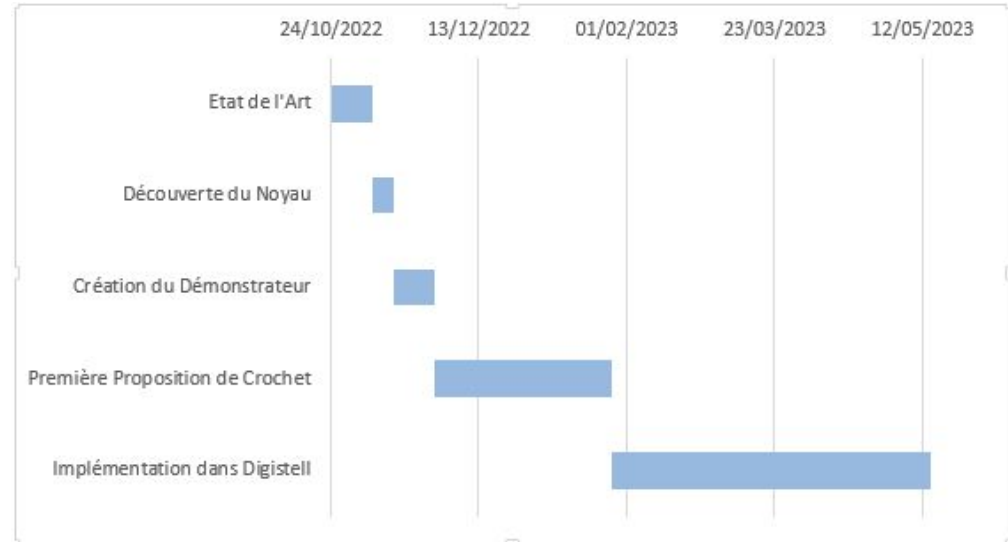


Organisation



Organisation du Projet

- Projet réalisé en C++ dans Visual Studio.
- Gestion de version via TeamFoundationServer.
- Première phase de prise en main.
- Méthode agile.
- Discussion avec l'encadrante et la prothésiste en fin de sprint.

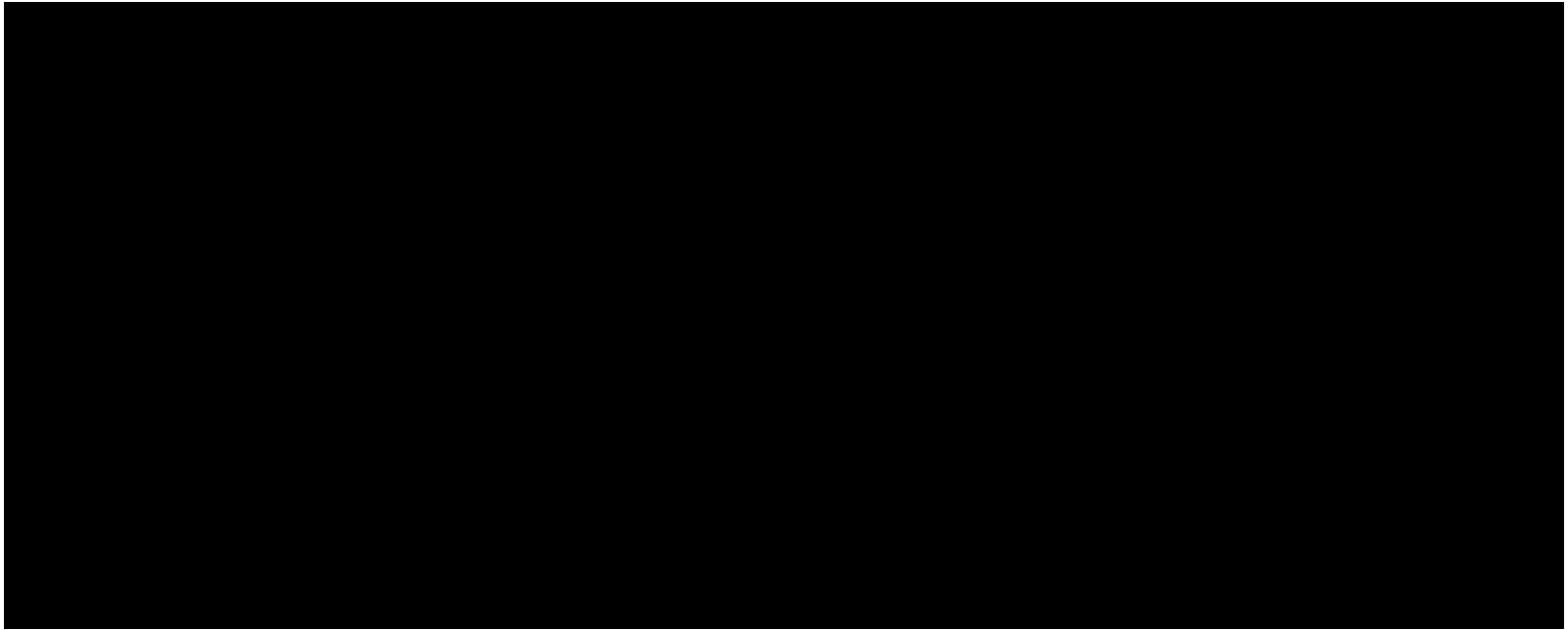




Rapport Technique

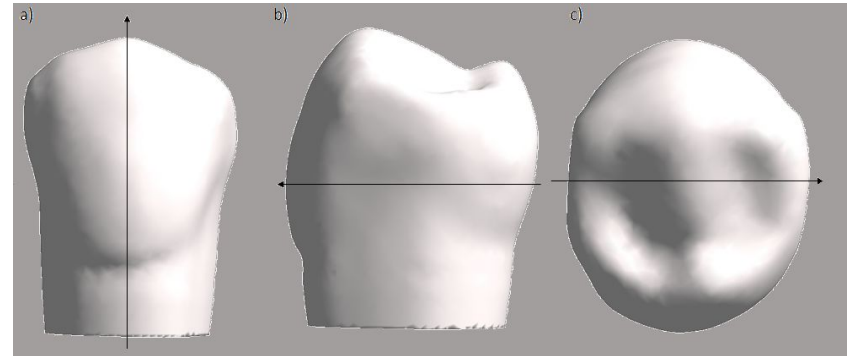
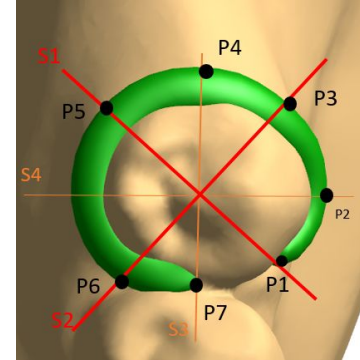


Création d'un Démonstrateur



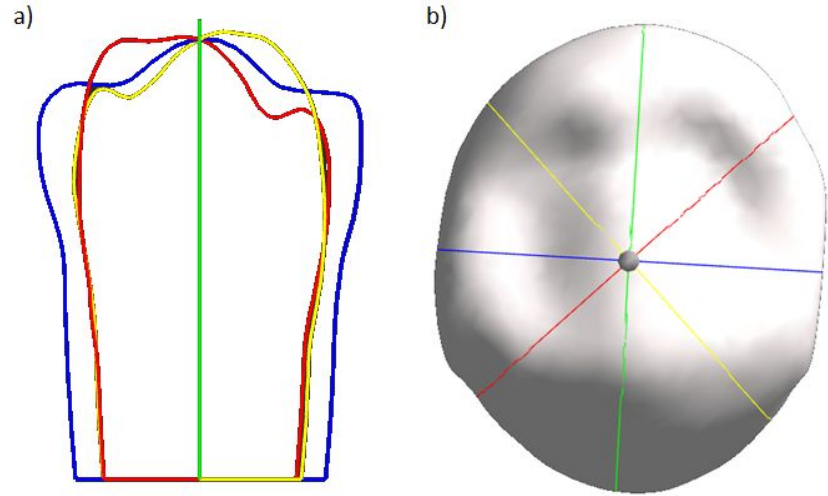
Méthode de Calcul de Crochet

- Paramétrable avec des fichiers INI.
- Exemple du crochet Ackers.
- Repère de la dent dont les axes sont utilisés dans la méthode.



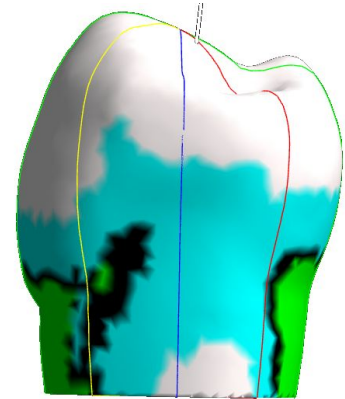
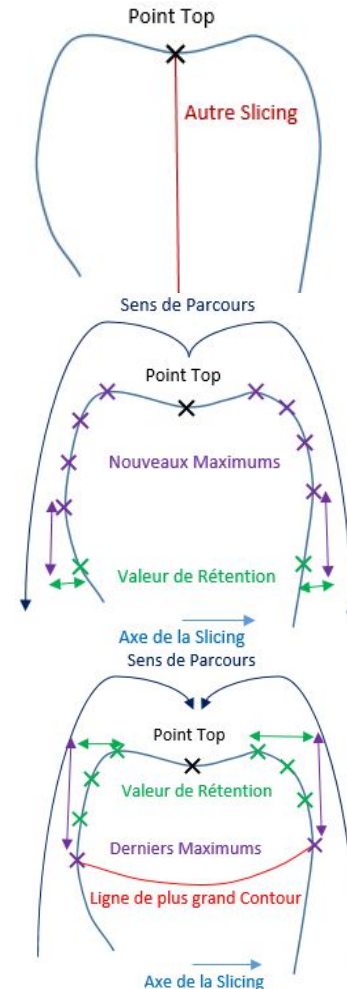
Slicings

- Polyligne issue d'une coupe entre un plan et le maillage de la dent.
- Normale est l'axe sillon.
- Barycentre de la dent comme point.
- Subit une rotation selon l'axe racine indiquée dans le fichier INI.



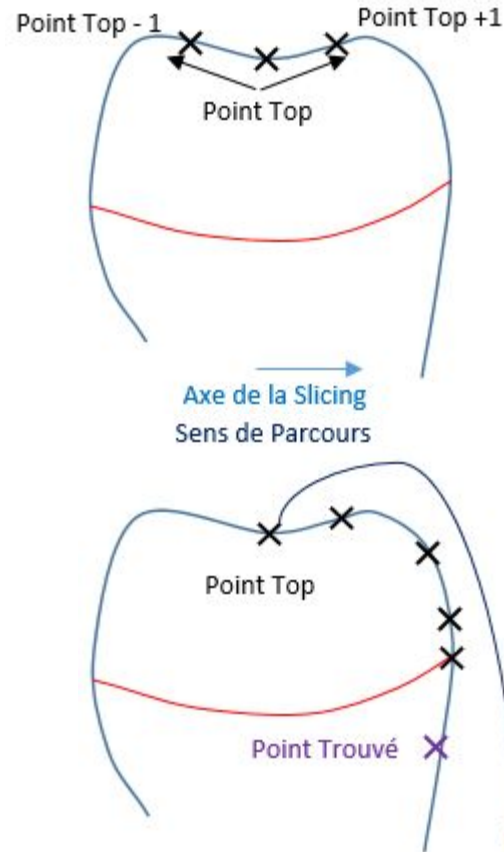
Rétention sur les Slicings

- Point Top défini par intersection avec une autre Slicing.
- Sens de la Slicing selon son axe.
- Premier parcours : part de Top et descend le long de la Slicing
- Comparaison de produit scalaire avec l'axe de la Slicing.
- Deuxième parcours en remontant notant des rétentions négatives.
- Méthode utile pour gérer plusieurs zones de dépouille.



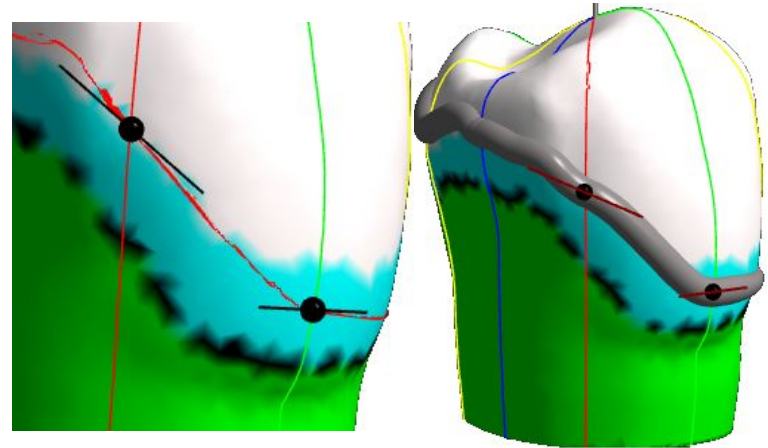
Placement des Points du Crochet

- Détermination du sens dans lequel il faut placer le point.
- Parcourt la Slicing testant les valeurs de rétentions du point courant et du point suivant
- Si le test est validé, le point est placé.



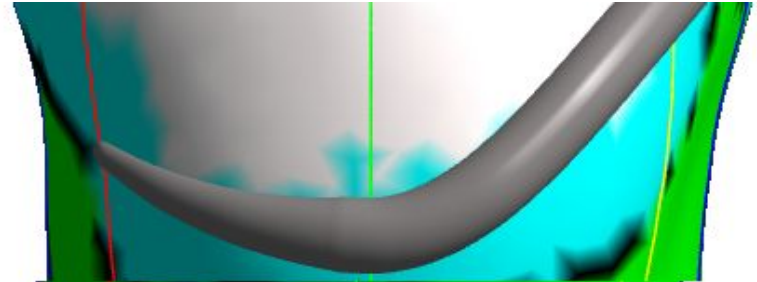
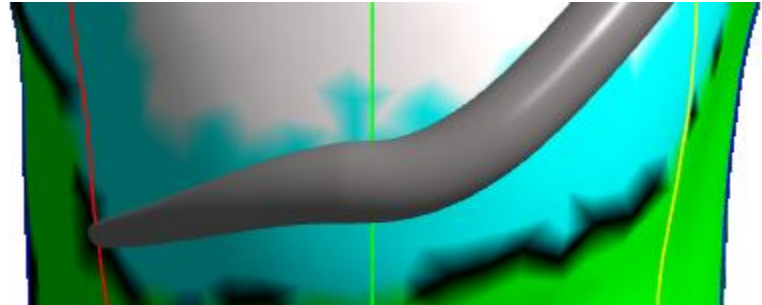
Courbe B-Spline

- Forme du crochet par une B-Spline par morceaux.
- Points de contrôle étant deux points du crochet et des tangentes.
- Utilisation du B-Spline Editor.
- Permet de modifier la courbe manuellement.



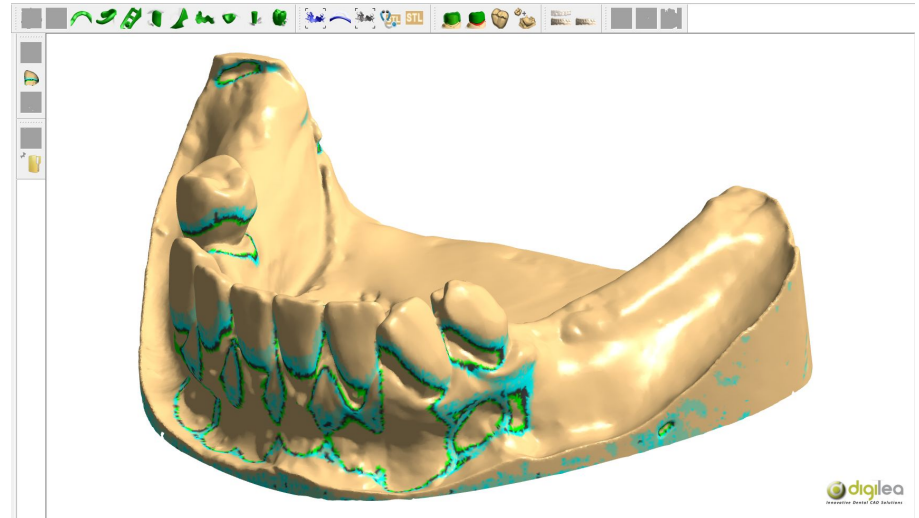
Règle du Premier Point

- Première proposition fonctionnelle mais ne correspond pas aux critères esthétiques.
- Pour le crochet Ackers, la pointe doit être arrondie.
- Remonter le premier point légèrement au-dessus du deuxième.
- Hauteur déduite d'un produit scalaire entre le point et l'axe racine.



Implémentation dans Digistell

- Implémentation en condition réelle dans un logiciel de C4W.
- Travail sur le maillage de l'arcade entière.



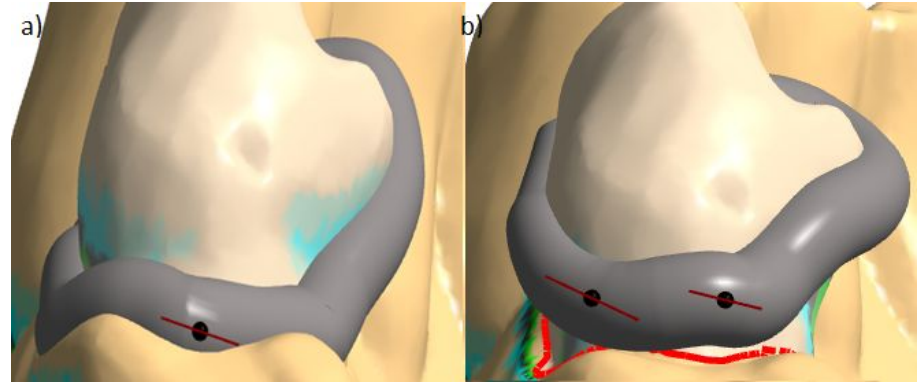
Extraction du Maillage de la Dent

- Besoin d'extraire le maillage d'une dent pour calculer le crochet.
- Méthode existante dans le noyau.
- Maillage de sortie ouvert.
- Option de l'extraire manuellement si la première extraction se passe mal.



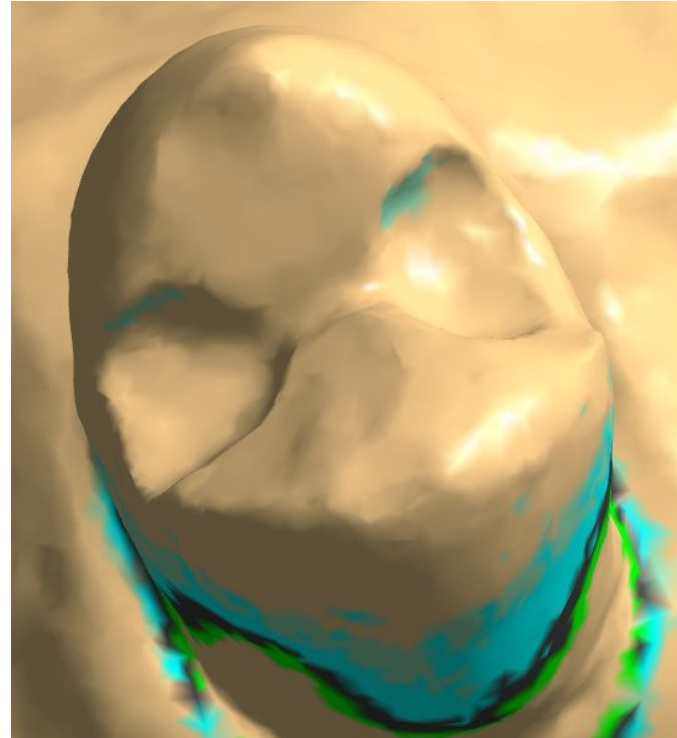
Règle du Collet

- Possibilité de ne pas trouver la rétention recherchée.
- Point placé sur la frontière libre.
- Frontière correspond souvent au collet.
- Placer le crochet sur le collet blesse le patient.
- Si un point est sur une frontière libre, il est remonté selon une hauteur indiquée dans le fichier INI.



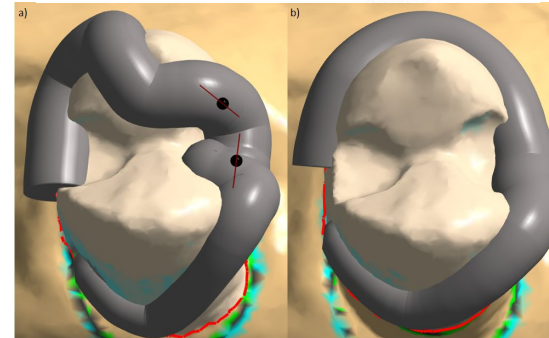
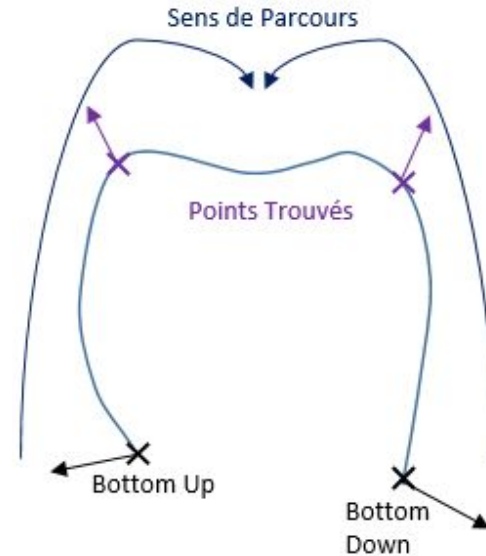
Détection de la Face Occlusale

- Dans certains cas, les dents sont préparées à accueillir un crochet.
- Petites zones de contre-dépouille dans la face occlusale.
- Possibilité de placer un point du crochet dessus.
- Placer le crochet sur la face occlusale est incorrect.



Détection de la Face Occlusale

- Méthode de détection de la face occlusale mise en place.
- Deux parcours partant de Bottom Up et Down.
- Remonter la Slicing en comparant les normales.
- Si angle supérieur à 90° , noté comme limite.
- Les points entre les limites sont ignorés lors du placement des points du crochet.



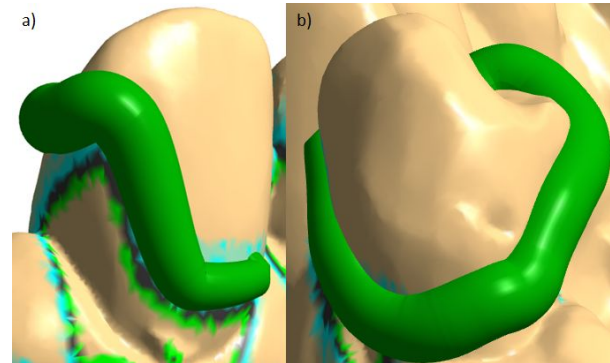
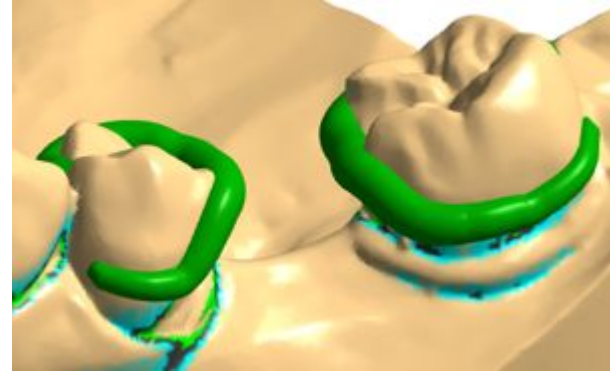


Résultats



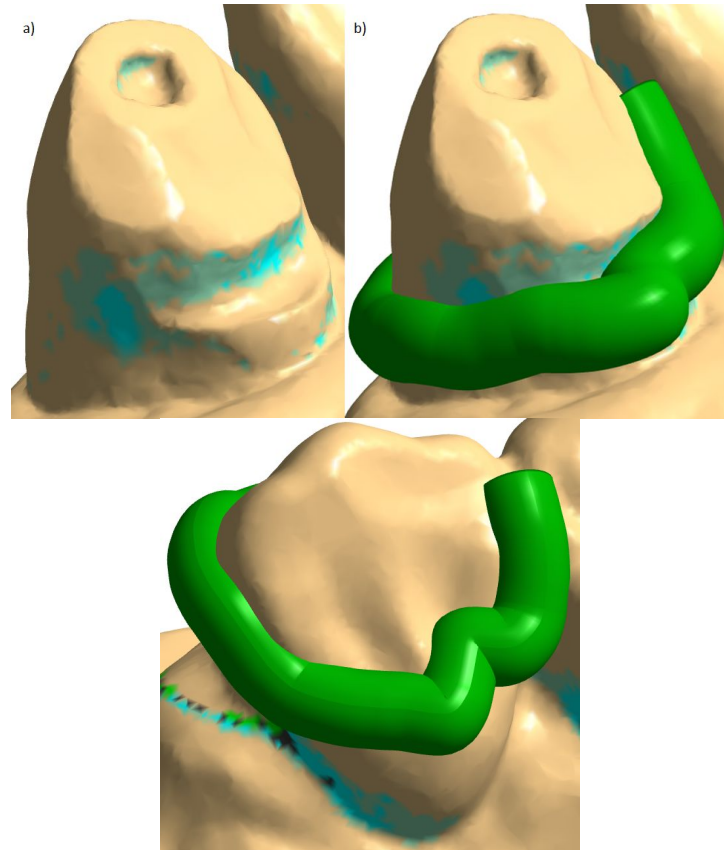
Résultats

- Réellement automatique et permet un grand gain de temps.
- Facile à utiliser et à paramétrer pour les praticiens.
- Plusieurs types de crochets peuvent être utilisés sur un même cas.
- Fonctionne sur tout type de dent.



Résultats

- Quelques problèmes restent à corriger.
- Préparations hors des faces occlusales.
- Certains crochets pas corrects d'un point de vue esthétique.





Conclusion



Conclusion

- Méthode satisfaisante même dans un cas concret.
- Méthode présentée à des clients lors du salon IDS.
- Aspect esthétique essentiel qui était peu considéré lors de la première proposition.
- Quelques corrections à ajouter.
- Explorer l'automatisation des autres parties du stellite.



Merci pour votre attention !