



HAL
open science

Intérêt de l'impression 3D pour l'auto-transplantation d'une dent de sagesse incluse en position d'une première molaire mandibulaire: rapport d'un cas clinique

Louis Carlier

► To cite this version:

Louis Carlier. Intérêt de l'impression 3D pour l'auto-transplantation d'une dent de sagesse incluse en position d'une première molaire mandibulaire: rapport d'un cas clinique. Sciences du Vivant [q-bio]. 2024. dumas-04633032

HAL Id: dumas-04633032

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04633032v1>

Submitted on 3 Jul 2024

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

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

THESE POUR L'OBTENTION DU
**DIPLOME D'ETAT de DOCTEUR EN CHIRURGIE
DENTAIRE**

Présentée et soutenue publiquement

Par CARLIER, Louis
Né le 22/09/1999 à REIMS
Le 25 juin 2024

**Intérêt de l'impression 3D pour l'auto-transplantation d'une
dent de sagesse incluse en position d'une première molaire
mandibulaire: rapport d'un cas clinique.**

Sous la direction de : Mathilde FENELON

Membres du jury :

CATROS Sylvain
LEBRET Clément
BRUNET Sylvie
SAMOT Johan
COUTANT Jean-christophe

Professeur des Universités
Assistant des hôpitaux
Maître de conférence
Maître de conférence
Maître de conférence

Président
Rapporteur
Assesseur
Assesseur
Assesseur

UNIVERSITE DE BORDEAUX

08/01/2024

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

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

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

ENSEIGNANTS DE L'UFR

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

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

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

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

M.	Patrick	ROUAS	Odontologie pédiatrique	56-01
M.	François	ROUZÉ L'ALZIT	Prothèse dentaire	58-01
M.	Johan	SAMOT	Biologie Orale	57-01
Mme	Maud	SAMPEUR	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Cyril	SEDARAT	Parodontologie	57-01
Mme	Rawen	SMIRANI	Parodontologie	57-01
Mme	Noélie	THEBAUD	Biologie Orale	57-01
M.	Eric	VACHEY	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01

PRATICIENS HOSPITALIER-UNIVERSITAIRE

Mme	Virginie	CHUY	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
M.	Pierre-Hadrien	DECAUP	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Julia	ESTIVALS	Odontologie pédiatrique	56-01

AUTRES ENSEIGNANTS

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

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

M.	Adrien	AMELINE	Orthopédie dento-faciale	56-02
M.	William	AUMAILLEY	Prothèse dentaire	58-01
M.	Rémi	BAGNARIOL	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
M.	Baptiste	BERGES	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Diane	DELADRIERE	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
M.	Mathieu	DELOLME	Parodontologie	57-01
M.	Quentin	DESPERIEZ	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Laurie	FUCHS	Odontologie pédiatrique	56-01
M.	Joran	GARDIN	Parodontologie	57-01
M.	Paul	GIRARDEAU	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
M.	Pierre-André	GUILLAUD	Parodontologie	57-01
M.	Jean-Benoit	HOCKE	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Louis	HUAULT	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
Mme	Sarah	KAWCHAGIE	Prothèse Dentaire	58-01
Mme	Claire	LAFOURCADE	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
M.	Adrien	LARAN	Prothèse dentaire	57-01
M.	Clément	LEBRET	Chirurgie Orale	57-01
Mme	Mathilde	LEVRIER	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Léa	MASSE	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Chiara	PASCALI	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Imane	RAMDANI	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
Mme	Ana	RIBEIRO MAGALHES	Odontologie pédiatrique	56-01
Mme	Mathilde	SAINT-JEAN	Biologie Orale	57-01
Mme	Aurore	VENENCIE	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01

A notre président de thèse :

Monsieur le Professeur Sylvain CATROS

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier

Sous-section chirurgie orale 57-01

Je vous remercie sincèrement d'avoir accepté la présidence de mon jury de thèse. Je vous remercie également pour les précieux enseignements que vous m'avez délivré durant ma formation au CHU pellegrin.

Veillez trouver ici, Professeur, l'expression de mon profond respect.

A notre directrice de thèse :

Madame le Docteur Mathilde FENELON

Maître de conférences des universités – Praticien Hospitalier

Sous-section chirurgie orale 57-01

Je vous remercie de m'avoir accompagné durant la rédaction de ce manuscrit. Merci d'y avoir apporté votre implication et votre rigueur.

Je vous remercie de m'avoir transmis votre savoir et votre passion pour la chirurgie durant mes études.

Veillez trouver ici, Docteur, l'expression de mon admiration et de mon respect le plus profond.

A notre rapporteur de thèse :

Monsieur le Docteur LEBRET Clément

Chefs de clinique universitaire – Assistant des hôpitaux

Sous-section chirurgie orale 57-01

Merci d'avoir accepté de prendre place au sein de mon jury de thèse.

Veillez trouver ici, Docteur, mon respect le plus profond.

Titre : Intérêt de l'impression 3D pour l'auto-transplantation d'une dent de sagesse incluse en position d'une première molaire mandibulaire: rapport d'un cas clinique.

Résumé :

Introduction : L'auto-transplantation dentaire est une technique chirurgicale qui consiste à réaliser une avulsion atraumatique d'une dent afin de la transplanter au sein d'un site receveur chez un même patient. L'auto-transplantation est une technique ancestrale mais peu répandue actuellement. L'objectif de cette thèse était de rapporter au travers d'un cas clinique l'intérêt de l'impression 3D pour réaliser un duplicata du transplant afin de contrôler les différents facteurs prédictifs de succès de la procédure d'auto-transplantation. Description : Nous rapportons le cas d'une patiente de 15 ans ayant bénéficié d'une auto-transplantation de la dent 38 en 36 avec utilisation d'un transplant réalisé par impression 3D. Discussion-conclusion : La modélisation et l'impression en trois dimensions d'un répliquât de la dent à transplanter présente plusieurs intérêts dans le cadre d'une auto-transplantation, tels qu'un gain de temps opératoire, une diminution de la manipulation extra-alvéolaire de la dent à implanter, une économie tissulaire importante notamment du tissu osseux et un repère non négligeable pour le chirurgien.

Mots clés : Auto-transplantation, Impression 3D, CFAO, Extraction, Dent de sagesse.

Title : Interest of 3D printing for the auto-transplantation of an included wisdom tooth in the position of a first mandibular molar: report of a clinical case.

Abstract :

Introduction : Dental auto-transplantation is a surgical technique that consists of performing an atraumatic avulsion of a tooth in order to transplant it into a recipient site; a natural socket or surgically model. Auto-transplantation is an ancestral technique but not very widespread at present. The objective of this thesis was to report through a clinical case the interest of 3D printing to create a duplicate of the transplant in order to control the different predictive factors of success of the auto-transplantation procedure. Description : We report the case of a 15-year-old patient who benefited from an auto-transplantation of tooth 38 into 36 with the use of a transplant made by 3D printing. Conclusion-discussion : The modeling and printing in 3 dimensions of a replicate of the tooth to be transplanted has several interests in the context of an autotransplantation, such as a saving of operating time, a reduction in the extra-alveolar manipulation of the tooth to be implanted, a significant tissue saving including bone tissue and a significant benchmark for the surgeon.

Keywords : Auto-transplantation, 3D printing, CAD/CAM, Extraction, Wisdom tooth.

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

I.	<u>Introduction</u>	11
	1. Définition de l'auto-transplantation	7
	2. Historique de l'auto-transplantation	7
	3. Indication de l'auto-transplantation	7
	4. Les transplants	10
	5. Les contre-indications à l'auto-transplantation	10
	6. Facteurs de succès	11
	7. Apport de l'impression 3D dans l'auto-transplantation	21
	8. Objectif	19
II.	<u>Cas clinique</u>	20
	1. Motif de consultation	23
	2. Antécédents médicaux	23
	3. Examen clinique exo-buccal, endo-buccal et fonctionnel	23
	4. Examen complémentaire : CBCT	23
	5. Décision thérapeutique	22
	6. Réalisation du modèle 3D	23
	7. Etapes chirurgicales	27
	8. Suivi	32
III.	<u>Discussion</u>	35
IV.	<u>Conclusion</u>	46

Liste des figures

- Figure 1 : Cas clinique du *Dr Jean-Charles Gardon* montrant une atteinte carieuse au niveau de la furcation de la 36.
- Figure 2 : Cliché photographique d'une première molaire permanente mandibulaire gauche à l'état de débris radiculaire.
- Figure 3 : Cas clinique du *Dr Jean-Charles Gardon* : 38 en cours de désinclusion.
- Figure 4 : Taux de réussite selon l'âge du patient sur 215 DDS avec une durée de suivie allant de 4 à 22 ans.
- Figure 5 : Influence du tabac et du bruxisme sur le taux d'échec de l'auto-transplantation.
- Figure 6 : édification radiculaire selon *Moorees et al.*, puis *Andreasen et al.*
- Figure 7 : Taux de survie du greffon en fonction du temps extra-alvéolaire.
- Figure 8 : Suture occlusale et contention semi-rigide.
- Figure 9 : Principe de la stéréolithographie.
- Figure 10 : Reconstruction panoramique 2D issu du CBCT.
- Figure 11 : Radiographie 3D centrée sur 36.
- Figure 12 : Capture d'écran du logiciel BlueSky Plan® utilisée pour la confection du duplicata chirurgical.
- Figure 13 : Segmentation semi-automatique de la dent 38.
- Figure 14 : Réajustement manuel de la segmentation semi-automatique de la 38.
- Figure 15 : Modèle 3D du duplicata de la 38.
- Figure 16 : Intégration du fichier STL au sein de la modélisation des coupes DICOM.
- Figure 17 : capture d'écran du modèle chirurgical prêt à imprimer.
- Figure 18 : vue sur le champ opératoire du duplicata chirurgical imprimé et prêt à l'emploi.
- Figure 19 : Alvéole de 36 après 21 jours de cicatrisation et dépose des points.

- Figure 20 : site receveur après réouverture et curetage alvéolaire.
- Figure 21 : Modèle 3D de 38 conçu par CFAO.
- Figure 22 : Mise en place du duplicata chirurgical au sein du site receveur.
- Figure 23 : transplantation de 38, mise en place immédiatement au niveau du site receveur après son avulsion.
- Figure 24 : Attelle semi-rigide sectorielle.
- Figure 25 : Cliché rétro-alvéolaire post-opératoire.
- Figure 26 : Compte rendu opératoire.
- Figure 27 : contrôle clinique à J15.
- Figure 28 : cliché rétro-alvéolaire J15.
- Figure 29 : Cliché rétro-alvéolaire du greffon à 3 mois de l'intervention.

Liste des tableaux

- Tableau 1 : Prévalences d'agénésies par type de dent en fonction de la population, réalisé à partir de 10 études soit 48 274, avec un intervalle de confiance de 95%.
- Tableau 2 : Recommandation de prescription pour les avulsions dentaires et transplantations selon l'AFSSAPS 2011.
- Tableau 3 : Bibliographie des articles ayant eu recours à l'impression 3D pour une auto-transplantation.
- Tableau 4 : Articles sélectionnés sur l'auto-transplantation.

Liste des abréviations

- AFSSAPS : Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé.
- AINS : Anti-inflammatoires non stéroïdiens.
- ATD : Auto-transplantation dentaire.
- CBCT : Cone beam computed tomography.
- PMP : Première molaire permanente.
- NR : Non renseigné.
- RMIPP : Reconstitution par matériaux insérés en phase plastique.

I. Introduction

1. Définition de l'auto-transplantation

L'auto-transplantation dentaire est une technique chirurgicale qui vise à transplanter une dent ou un germe pour remplacer une dent chez le même sujet. La dent à transplanter est avulsée de son site originel puis implantée dans une alvéole naturelle ou préparée chirurgicalement. Il s'agit le plus souvent d'une transplantation d'une dent de sagesse remplaçant une première ou deuxième molaire extraite.

2. Historique de l'auto-transplantation

L'auto-transplantation dentaire a été expérimentée à partir des années 1950, cependant les tentatives d'auto-transplantation ont été décrites dans des ouvrages datant de plusieurs siècles. La ré-implantation et la transplantation ne sont pas des pratiques récentes. Selon *Natiella*, il s'agit de « Transplantations d'organes dentaires inclus, impactés ou qui ont fait leur éruption, d'un site à un autre, chez le même individu, dans des sites d'extraction, ou dans des sites préparés chirurgicalement » (1). Trois millénaires avant J-C, en Chine, les dents extrusées étaient remises en place et maintenues à l'aide de bambou et de fil d'or (2). De même à la Renaissance, *Ambroise Paré*, célèbre chirurgien et anatomiste français effectue une transplantation dentaire. En effet, il transplante une dent prélevée chez une servante pour l'implanter à une princesse (3). En 1754, le chirurgien dentiste du roi de Pologne, le *Dr Lécuse*, effectuait les soins carieux hors de la cavité buccale puis réimplantait les dents précédemment extirpées de leurs alvéoles (4). Le dentiste français *Pierre Fauchard* a décrit cette technique en 1798 dans son livre « le chirurgien dentiste » (5).

3. Indication de l'auto-transplantation

a. Dent cariée non conservable

Les caries des dents définitives non traitées représentent l'affection la plus répandue selon le rapport sur la charge mondiale de morbidité en 2019 (Figure 1)(6). La carie dentaire touche 60 à 90 % des enfants d'âge scolaire et la grande majorité des adultes dans les pays développés. La carie dentaire est également la maladie bucco-dentaire la plus courante dans plusieurs pays d'Asie et d'Amérique latine (7). Les caries des dents définitives non traitées peuvent entraîner une atteinte de la furcation. Les atteintes carieuses de la furcation sont des causes d'extractions dentaires.



Fig 1 : Cas clinique du *Dr Jean-Charles Gardon* montrant une atteinte carieuse au niveau de la furcation de la dent 36.

Dans le cas où la lésion carieuse continue de progresser, qu'aucun traitement n'est entrepris, la dent va être réduite à l'état de débris radiculaires (Figure 2).



Figure 2 : Cliché photographique d'une première molaire permanente mandibulaire gauche à l'état de débris radulaire (8).

b. Agénésie

L'agénésie est un nom féminin, du grec a- «privatif» et -genesis «formation». Il s'agit de l'absence totale de développement d'un tissu, d'un organe, survenue avant la naissance.

L'agénésie dentaire est un défaut de développement de l'organe de par son absence de maturation ou manque de son ébauche embryonnaire, lié à une anomalie du message héréditaire ou à une embryopathie (9). Les prévalences d'agénésies varient en fonction de la dent manquante (Tableau 1).

	Maxillaire prévalence	Mandibule prévalence
Incisive 1	0.00-0.001	0.25-0.35
Incisive 2	1.55-1.78	0.17-0.25
Canine	0.07-0.13	0.01-0.03
Prémolaire 1	0.17-0.25	0.10-0.17
Prémolaire 2	1.39-1.61	2.91-3.22
Molaire 1	0.02-0.05	0.00-0.02

Tableau 1 : Tableau des prévalences d'agénésies par type de dent en fonction de la population, réalisé à partir de 10 études soit 48 274 personnes, avec un intervalle de 95%.

Toutes les dents peuvent être concernées par des agénésies. On constate cependant que les incisives latérales maxillaires ainsi que les deuxièmes prémolaires figurent parmi les plus fréquentes. Dans certains cas, les dents absentes peuvent être remplacées par une auto-transplantation.

c. Échec endodontique

Le traitement endodontique de la première molaire permanente a pour objectif : « de traiter les maladies de la pulpe et du périapex et ainsi de transformer une dent pathologique en une entité saine, asymptomatique et fonctionnelle sur l'arcade » (10). Le taux de réussite du traitement endodontique est de 92% selon une étude menée par *Fernandez et al.* (11). Un processus infectieux tel qu'une atteinte endodontique sévère avec impossibilité de traiter la dent de manière orthograde ou rétrograde, un échec endodontique ou les lésions endoparodontales à un stade terminal peuvent entraîner l'extraction de la PMP.

d. Origine traumatique

Selon une revue de littérature menée par *Glendor* en 2008, aux USA, 1 adolescent sur 6 et 1 adulte sur 4 aurait subi un traumatisme dentaire au cours de sa vie (12). Lors d'un traumatisme, le taux de survie de la dent dépend du traumatisme initial. Il sera bien plus élevé pour une concussion qu'une luxation ou encore une expulsion. En effet pour une dent permanente expulsée, l'UFSBD recommande de consulter immédiatement afin de procéder à une réimplantation. Si la réimplantation a lieu moins de 30 minutes après l'accident, son succès peut être de l'ordre de 70%. Au-delà, les chances de succès diminuent nettement (98% d'échec, plus de 2 heures après).

4. Les transplants

Une analyse pré-opératoire est indispensable afin de vérifier les similarités des volumes coronaires et radiculaires du site donneur et du site receveur. La possibilité d'extraire sans difficulté la molaire délabrée ou de forer une néo-alvéole est une condition sine qua non à l'auto-transplantation. La troisième molaire est le transplant privilégié. En effet, les germes inclus sont propices à cette intervention puisqu'ils sont encore au stade d'édification et présentent un potentiel de croissance. De plus la troisième molaire est une dent archaïque dont l'utilité en position de troisième molaire est négligable (Figure 3). La balance bénéfice-risque est donc favorable.



Figure 3 : Cas clinique du *Dr Jean-Charles Gardon* : 38 en cours de désinclusion.

La dent de sagesse remplace le plus souvent la première molaire voir parfois la seconde, cependant il est possible de l'utiliser afin de remplacer deux prémolaires ou même une incisive centrale, en association avec la réalisation d'une coronoplastie (13-14).

5. Les contre-indications à l'auto-transplantation

Il est important de distinguer deux types de contre-indications : les médicales et chirurgicales.

- Ce geste est contre-indiqué chez les patients à haut risque d'endocardite infectieuse (Afssaps, 2011).

Les contre-indications locales peuvent être les suivantes :

- avulsion traumatisante de la dent à implanter.
- avulsion traumatisante de la dent à remplacer sur le site de l'auto-transplantation avec perte osseuse importante.
- manque de place pour implanter le transplant.
- morphologie du transplant incompatible avec le lieu d'implantation (DDS secteur antérieure : cas esthétique complexe avec coronoplastie).
- parodontite active ou défaut d'hygiène du patient (contrôle de plaque indispensable).

Certains cas de la littérature ont décrit des auto-transplantations après coronoplastie du transplant. Le manque de place et la morphologie du transplant sont donc des contre-indications relatives.

Selon les recommandations de l'AFSSAPS, une antibiothérapie prophylaxique est recommandée pour la population générale ainsi que chez les patients immunodéprimés (tableau 2).

Actes bucco-dentaires invasifs	Patient		
	population générale	immunodéprimé	à haut risque d'endocardite infectieuse
Avulsion dentaire :			
Dent sur arcade, alvéolectomie, séparation de racines	-	R	R _B
Amputation radiculaire	-	R	acte contre-indiqué
Dent de sagesse mandibulaire incluse	R _A	R	R _B
Dent incluse (hors dent de sagesse mandibulaire), dent en désinclusion, germectomie	R	R	R _B
Chirurgie préorthodontique des dents incluses ou enclavées	R	R	acte contre-indiqué
Autotransplantation	R	R*	acte contre-indiqué

- : prescription non recommandée.

R : prescription recommandée.

En indice : grade de la recommandation. Si celui-ci n'est pas indiqué, comprendre « Accord professionnel ».

* Chez le patient immunodéprimé, le rapport entre bénéfice de l'intervention et risque infectieux devra être pris en compte.

Tableau 2 : Recommandation de prescription pour les avulsions dentaires et transplantations selon l'AFSSAPS.

6. Facteurs de succès

Le pronostic de la dent transplantée est bon, il est similaire à celui d'un implant. En effet selon les auteurs le taux de réussite à long terme varie entre 90 et 100%.

- *Nethander et coll* ont étudié le taux de succès de 57 auto-transplantations de dents de sagesse chez le chien sur une durée comprise entre un et cinq ans. Il était environ de 90% (15).

- *Andreasen et coll* ont réalisé une étude sur 18 dents, le taux de réussite a été fixé à 95% (16).

- Une autre étude de *Ludenberg et Isaksson* en 1996 sur 122 dents et six ans a montré un taux de réussite de 95% (17).

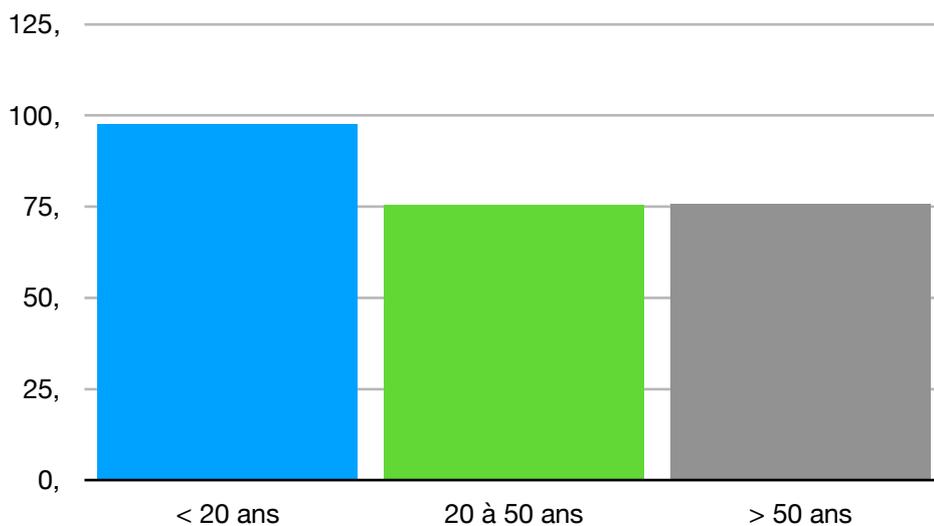
- *Akiyama et coll* ainsi que *Strobl et coll* ont obtenu un taux de réussite de l'ordre de 100% avec respectueusement 25 et 50 DDS sur 1,5 et 3 ans (18).

Ce taux de réussite est supérieur pour les transplants de DDS en comparaison avec des prémolaires et des canines car la réalisation de coronoplasties diminue le taux de réussite. De plus, l'édification radiculaire souvent plus avancée des prémolaires et des canines augmente le risque d'échec. Ainsi, le pronostic de la dent transplantée est bon mais dépend de nombreux facteurs. On retrouve des facteurs dépendants de la dent et des facteurs sur lesquels le patient peut agir : le tabac, ou des facteurs immuables tel que l'âge. Des facteurs praticiens dépendants vont également entrer en jeu.

1- Age du patient

L'âge du patient présente un aspect primordial dans le pronostic. L'âge conditionne le pouvoir de cicatrisation. Chez les jeunes sujets la capacité cicatricielle est bien plus importante que chez les adultes. Par la présence de nombreux facteurs de croissance, la cicatrisation des sujets jeunes en phase de croissance est meilleure, on constate de ce fait un taux de réussite plus élevé (19). *A. Garcia* a observé un taux de réussite atteignant les 100% chez les sujets de moins de 20 ans. Chez le patient âgé de plus de 20 ans, ce taux chute drastiquement pour se stabiliser à 75% (20). Cette étude portait sur 215 patients âgés de moins de 20 ans à plus de 50 ans. Les extrêmes d'âges n'étaient pas précisés dans cette étude. Le taux de réussite est significativement différent selon l'âge (Figure 4).

Figure 4 : Taux de réussite selon l'âge du patient sur 215 DDS transplantées avec une durée de suivi allant de 4 à 22 ans (20).



2- Hygiène du patient

L'hygiène est une condition sine qua non de la réussite d'une auto-transplantation. La coopération et la motivation du patient doit être exemplaire. Avant toute chirurgie un contrôle de plaque doit être effectué. En effet, la présence de bactéries parodontales pourrait compromettre le greffon. Il est indispensable d'éliminer toutes pathologies actives avant l'intervention afin d'abaisser la charge bactérienne (21).

3- Tabac et bruxisme

Le tabac augmente jusqu'à 7 fois le risque de maladie parodontale et donc la perte du greffon. En mai 2002, la HAS a publié un article sur les parodontopathies dans lequel elle affirme que le tabagisme est significativement associé à la parodontite (22). *A. Garcia* a étudié l'influence du tabac et du bruxisme sur le taux d'échec de l'auto-transplantation sur 215 patients pendant 4 ans (Figure 5).

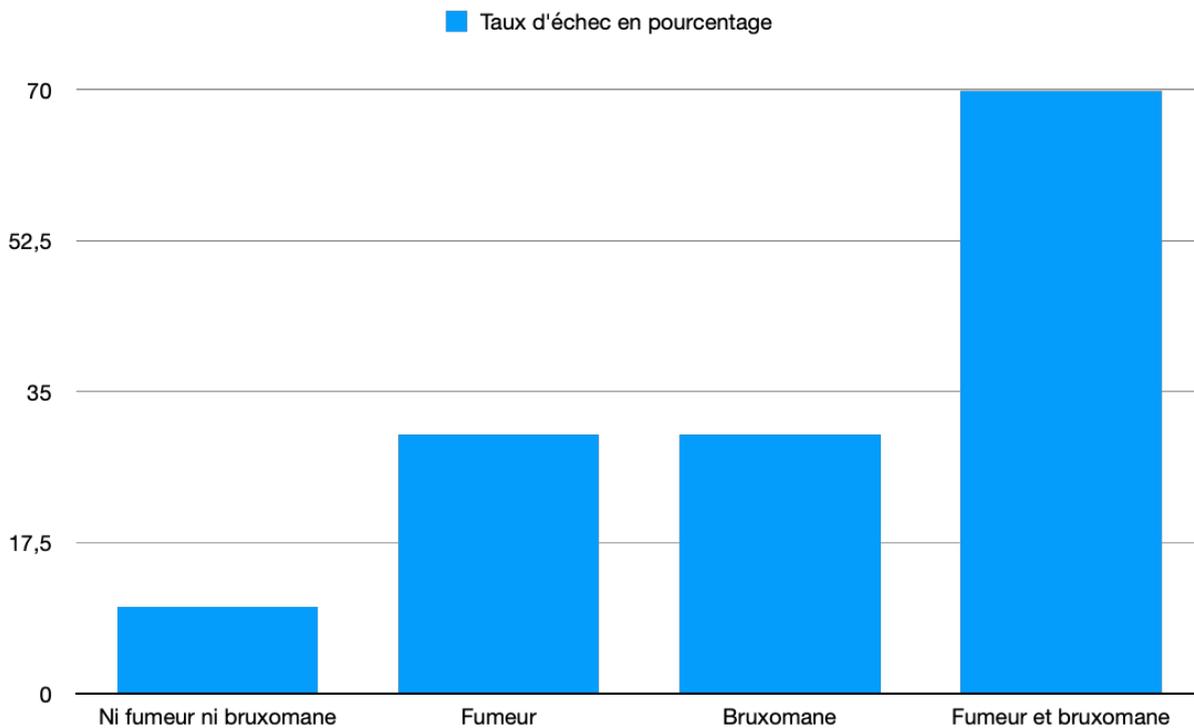


Figure 5 : Influence du tabac et du bruxisme sur le taux d'échec de l'auto-transplantation.

Le taux d'échec de l'auto-transplantation est multiplié par 3 en cas de bruxisme mais également avec le tabac. Ensemble ils ont un effet synergique puisque le taux d'échec atteint 70% (23). Dans les débuts de la cicatrisation, le bruxisme entraîne des contraintes mécaniques importantes, induisant une percolation des bactéries buccales dans le péri-apex. Cette percolation aboutit alors à une nécrose du desmodonte et donc à un échec de la greffe. *Gault et al.* met systématiquement les dents transplantées en sous-occlusion ce qui évite ce problème. Cette technique doit cependant être réservée au cas de bruxisme car elle nécessite après cicatrisation, une reconstitution du transplant (24).

4- Edification radulaire du transplant

Un transplant avec un apex ouvert présente un meilleur pronostic qu'une dent avec un apex fermé car elle possède un potentiel de régénération et de croissance grâce à ses cellules souches (25-26-27-28-29-30). Sur les dents dont l'apex est fermé, le taux de réussite est également élevé. L'auto-transplantation même de dent mature est un traitement actuel (31-32-33). La cicatrisation pulpaire des transplants avec un apex mature n'est pas un résultat attendu, cependant leurs taux de survie à 1 et 5 ans sont de 98% et 90,5%. Dans les recommandations actuelles, un transplant avec un apex fermé nécessite un traitement de canal avant, pendant ou après la transplantation (29-34). *Josefsson et al.* a démontré que l'auto-transplantation présente un bon pronostic avec un taux de succès de 92% pour des dents immatures et de 82% pour les dents dont la formation radulaire est complète. Dans cette étude, 44 molaires avaient été transplantées pour remplacer des secondes prémolaires mandibulaires absentes (35). Une autre étude de *T. Yoshino et al.* a démontré un taux de survie à 5 ans de 80% sur 259 auto-transplantations (36).

L'édification radiculaire est un élément déterminant *Moorees et al*, puis *Andreasen et al.*, ont classifié l'édification radiculaire en six stades (Figure 6).

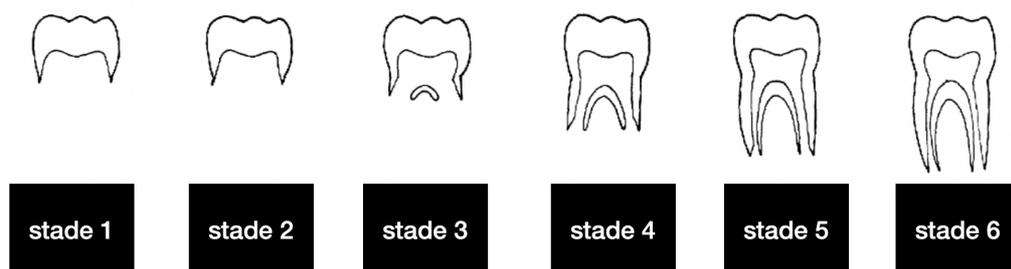


Figure 6 : édification radiculaire selon *Moorees et al.*, puis *Andreasen et al.*

Le taux de survie du transplant est décroissant selon la progression de son édification, de 85% au stade 4 à 50% au stade 5 ou 6 (37-38).

5- Endodontie du transplant

Une surveillance clinique stricte est indispensable pour évaluer la sensibilité et la vitalité de la dent transplantée. Le traitement endodontique de la dent est à effectuer en fonction de la clinique. Une dent n'est pas systématiquement dévitalisée après sa transplantation. Il est important de distinguer deux cas de figure : le transplant avec un apex mature fermé ou avec un apex ouvert immature.

Dans le cas d'une dent immature, après l'auto-transplantation, la littérature s'accorde à dire qu'il faut espérer une fermeture de l'apex ainsi qu'une réponse positive aux tests de vitalité et de sensibilité pulpaire. Cette fermeture apicale s'effectue après plusieurs mois. Durant ce laps de temps une surveillance clinique et radiologique permettra de détecter précocement une nécrose pulpaire ou une pulpite. Dans ce cas le praticien doit réaliser immédiatement le traitement endodontique du transplant.

Pour une dent mature avec un apex déjà fermé lors de l'auto-transplantation, il faut effectuer le traitement endodontique avant, pendant ou après la transplantation. Si la dent est accessible avant la chirurgie le traitement endodontique peut être réalisé avant. Cependant si le transplant est inclus et inaccessible avant la chirurgie, il faut réaliser le traitement radiculaire après la transplantation, avant dépose de l'attelle de contention deux semaines après la chirurgie. Le traitement endodontique complet du transplant peut se faire en une seule séance ou en deux séances. Dans le cas où le praticien décide d'effectuer une inter-séance, il est indispensable de réaliser une médication d'hydroxyde de calcium. Le traitement radiculaire peut également être fait pendant l'auto-transplantation cependant cette méthode est fortement déconseillée car elle augmente considérablement le temps extra-alvéolaire. De plus, les risques de lésions du parodonte du transplant sont importants (35).

Certains auteurs ont décrit la possibilité d'une résection apicale durant la transplantation afin de favoriser la revascularisation du transplant (39-40), cependant cette technique nécessite encore des études et plus de recul clinique afin d'être approuvée.

6- L'anatomie radulaire du greffon

L'anatomie radulaire du transplant est un élément non négligeable. En effet, ce facteur intervient aussi bien durant l'extraction que lors de la cicatrisation. Une dent monoradiculée sera extraite plus facilement de manière conservatrice comparée à une dent pluri-radiculée. De même, la cicatrisation sera plus rapide et moins complexe pour une racine unique conique qu'une dent pluri-radiculée avec une zone de furcation où la cicatrisation est plus lente (20). Il faut s'assurer que l'anatomie du transplant soit compatible à celle du site receveur. En effet, il faut adapter la morphologie du site receveur à l'aide d'un modèle 3D avant de transplanter la dent. Cela permet de réduire le temps extra-alvéolaire mais également de réaliser un modelage de l'alvéole receveuse le plus précisément possible. Une anatomie radulaire complexe complique cette étape (41).

7- Conservation du greffon

Le temps extra-orale du greffon est sûrement l'un des facteurs les plus importants lors d'une auto-transplantation. Plus il est réduit, meilleur est le pronostic. Un temps extra-orale ralenti augmente le risque de nécrose pulpaire considérablement (Figure 7)(16).

Les milieux de conservation sont divers : salive, sérum physiologique, sang, lait, ... Cependant, *Andreasen* a démontré que le sang est le meilleur milieu de conservation (42).

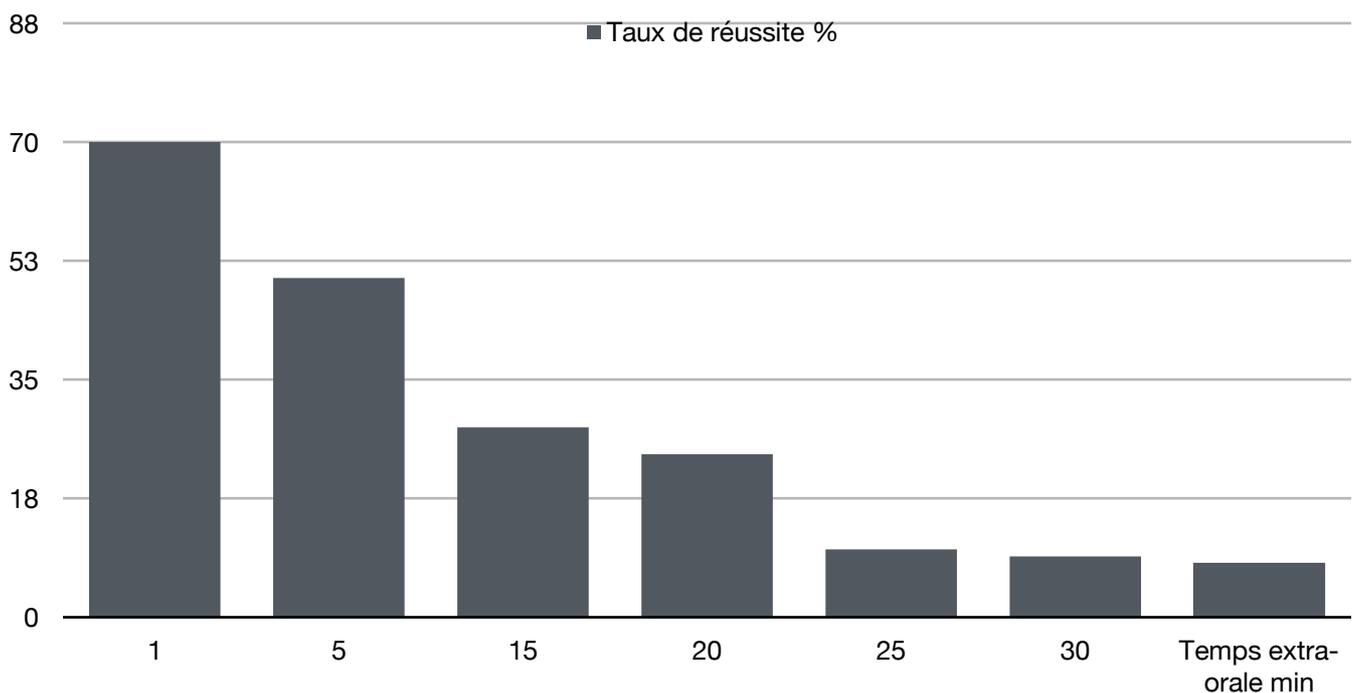


Figure 7 : Taux de survie du greffon en fonction du temps extra-alvéolaire (42).

8- Le site receveur

Le site receveur doit être adapté à la dent à transplanter sinon il risque d'engendrer une ankylose par compression cellulaire et nécrose. Si le site receveur est préparé par transformation de l'alvéole de la dent préalablement avulsée, il faut procéder à une avulsion non invasive et non traumatisante (43-44).

9- La stabilisation du greffon

Le greffon doit avoir une stabilisation adéquate ; trop rigide, elle augmente le risque d'ankylose et a une influence néfaste sur le potentiel de revascularisation (45-46). Il est nécessaire d'obtenir une stabilité primaire suffisante mais non rigide. Elle est obtenue par des sutures au-dessus de la surface occlusale ou une attelle qui peut être rigide ou semi-rigide. La fixation post-opératoire peut être réalisée avec une suture croisée suspendue au-dessus de la surface occlusale. Lorsque la situation clinique ne permet pas de stabiliser convenablement le greffon uniquement par des sutures, une attelle semi-rigide doit être effectuée (Figure 8)(47). L'attelle semi-rigide est effectuée à l'aide d'un fil de contention orthodontique ainsi que du composite flow (Figure 8). Pendant le collage, le praticien doit porter une attention toute particulière à mordancer la partie amélaire du transplant. L'infiltration d'acide orthophosphorique pourrait compromettre la vitalité des cellules du desmodonte (48). Pour favoriser la cicatrisation parodontale, l'attelle doit permettre une bonne hygiène buccale (49). Pour répondre à ces exigences, des fils minces ne dépassant pas 0,3 à 0,4 mm sont généralement collés à la surface du transplant (50). La durée de l'attelle dépend de la stabilité de la dent après la réimplantation et peut varier de 2 semaines pour la plupart des cas de ré-implantation intentionnelle, à 6 semaines pour les cas de grande mobilité après l'auto-transplantation.



Figure 8 : suture occlusale et contention semi-rigide (51).

10- L'occlusion du transplant

L'occlusion doit être ajustée pour soulager les contacts occlusaux (52). Il est recommandé d'éliminer toutes les interférences occlusales.

11- Les prescriptions chirurgicales

Pour l'avulsion de dents de sagesse incluses la mise en place d'une antibio-prophylaxie 1h avant l'opération est recommandée par la HAS, en général, 2g d'AMOXICILLINE.

Un antalgique de palier 1 est également recommandé, un AINS peut être intéressant afin d'agir sur la douleur. La glace est aussi un bon antalgique et anti-inflammatoire. Un bain de bouche comme l'« éludril-pério » peut être utilisé en complément d'une brosse à dent chirurgicale souple (poils de 7/100ème).

12- Suivi du patient

Une surveillance clinique et radiologique sont indispensables comme tout acte en chirurgie dentaire. Une surveillance particulière de la vitalité et de la sensibilité doit être mise en place afin d'évaluer les signes et symptômes d'une nécrose pulpaire. Une visite à deux semaines, un mois puis tous les trois mois la première année est admise. La dépose de la contention se fait généralement au bout de deux semaines (34-53).

7. Apport de l'impression 3D dans l'auto-transplantation

Dans les années 90, l'essor de l'imagerie 3D et des logiciels de manipulation d'images radiologiques a permis des avancées considérables dans le diagnostic, dans la planification pré-opératoire de la chirurgie, mais aussi dans la confection de modèles 3D. Dans le cadre de l'auto-transplantation dentaire, l'imagerie 3D a permis d'améliorer le diagnostic et la pose d'indication chirurgicale. Par la suite, *Lee et al.* (54) ont décrit en 2001 le cas d'une auto-transplantation de troisième molaire à l'aide d'un duplicata chirurgical réalisé à l'aide de la Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur (CFAO). L'utilisation d'un duplicata permet de simuler la position idéale du greffon, ainsi que de diminuer le temps extra-alvéolaire du transplant. Par conséquent, cela réduit l'ischémie, diminue les frottements sur la surface radiculaire et donc préserve le desmodonte.

1- L'imagerie tri-dimensionnelle : le CBCT

Le CBCT ou Cone Beam Computer Tomography est une imagerie tri-dimensionnelle de référence en chirurgie orale. Il s'agit d'un appareil qui diffuse un faisceau ouvert conique qui permet en une seule fois de balayer l'ensemble de la zone désirée. De plus, la radiation d'un CBCT varie entre 3 et 25 mGy, ce qui permet de moins irradier les patients par rapport à un scanner (ratio 1/10). Les fichiers radiologiques sont des fichiers DICOM.

2- Fragmentations des fichiers DICOM du CBCT par un logiciel

Les fichiers radiologiques DICOM issues du CBCT sont importés dans un logiciel de planification. Les logiciels de planification ont pour objectif de visualiser dans les trois dimensions de l'espace le site chirurgical. Ils permettent d'anticiper les difficultés liées aux éléments anatomiques, de visualiser la taille du transplant et le volume du site receveur lors d'une transplantation.

La segmentation du transplant et la modélisation des fichiers DICOM aboutit à un modèle 3D au format STL, OBJ, PLY ou AMF.

3. Impression 3D CFAO

Le modèle STL en 3D du transplant est ensuite envoyé à une imprimante 3D. L'impression des modèles 3D peut s'effectuer par fabrication additive ou soustractive. La fabrication soustractive vient progressivement retirer ou déformer de la matière afin de modeler petit à petit la pièce finale. Parmi ces procédés, on retrouve plusieurs techniques comme le forage, l'assemblage, l'usinage, la découpe laser, la découpe au jet d'eau ... Elle présente l'avantage d'avoir une précision dimensionnelle élevée. L'usinage est la technique soustractive la plus utilisée notamment en chirurgie dentaire pour l'usinage de prothèse dentaire par exemple. La fabrication additive permet de réaliser des formes complexes de manière rapide en réduisant les coûts et le gaspillage (55).

La stéréolithographie est la technique la plus souvent utilisée pour la fabrication de guides chirurgicaux, implantaires et la création de modèles.

Le dispositif est composé d'un laser qui vient frapper une cuve remplie de résine liquide avec des photo-initiateurs. Sous l'effet du laser et de la chaleur qu'il produit, la résine va prendre, photopolymériser une première couche. Le plateau va ensuite se soulever et un balai va passer pour homogénéiser la résine, le plateau va alors redescendre pour photopolymériser une deuxième couche, puis va remonter et répéter ces étapes jusqu'à la fabrication totale de notre objet (Figure 9).

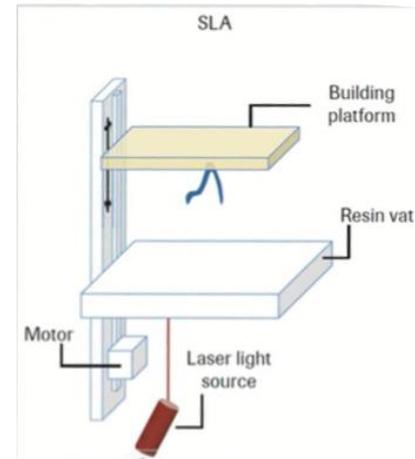


Figure 9 : Principe de la stéréolithographie.

Le principe ici est que quand le laser vient frapper la résine, on va avoir un petit point qui va être photopolymérisé et quand le laser se déplace, toute la résine sur son trajet va être photopolymérisée. Le laser peut avoir un trajet continu ou interrompu. Une grande gamme d'imprimante utilise ce type de technique mais elles vont avoir pour point commun d'utiliser en majorité des ultraviolets obtenus soit par laser, soit par LED donc uniquement par des photons du domaine des UV. La précision va aller de 25 à 200 microns avec des modèles d'imprimantes plus précises que d'autres mais la précision va aussi dépendre de la résine utilisée.

8. Objectif

L'objectif de cette thèse était de rapporter au travers d'un cas clinique l'intérêt de l'impression 3D pour réaliser un duplicata du transplant afin de contrôler les différents facteurs prédictifs de succès de la procédure d'auto-transplantation.

II. Cas clinique : Morgane L 16 ans

1. Motif de consultation

La patiente a été initialement adressée au service d'Odontologie Conservatrice Endodontique du CHU de Pellegrin Bordeaux afin de réaliser le retraitement endodontique de la dent numéro 36. Cette dent présentait de volumineuses lésions apicales et pour laquelle la patiente avait réalisé plusieurs épisodes infectieux aigus. La présence d'un instrument fracturé ainsi qu'une perforation, ont rendu le retraitement endodontique impossible. La dent ne pouvant pas être conservée, la patiente a été adressée au service de chirurgie orale pour l'extraction de la 36.

2. Antécédents médicaux

La patiente était âgée de 16 ans. Elle n'avait à ce jour aucun problème de santé, aucun antécédent, ne suivait aucun traitement médicamenteux et déclarait ne pas fumer. Elle était lycéenne et pratiquait le football au poste de gardien de but.

3. Examen clinique exo-buccal, endo-buccal et fonctionnel

La patiente présentait une classe I dentaire et squelettique, sans aucune malposition dentaire. La courbe de Spee était physiologique. Toutes les dents étaient présentes sur l'arcade de 7 à 7, aucune ne présentait de carie ou de restauration à l'exception de la dent 36 qui avait une restauration sur sa face occlusale. Le test au froid était négatif, la percussion insensible le jour de l'examen. Le volume osseux ainsi que la hauteur gingivale étaient préservés. L'hygiène bucco-dentaire et l'ouverture buccale étaient satisfaisantes, tout comme l'état parodontal.

4. Examen complémentaire

Un Cone Beam a été prescrit à la patiente, ci-dessous (Figure 10) nous pouvons observer la reconstruction panoramique du CBCT pré-opératoire.

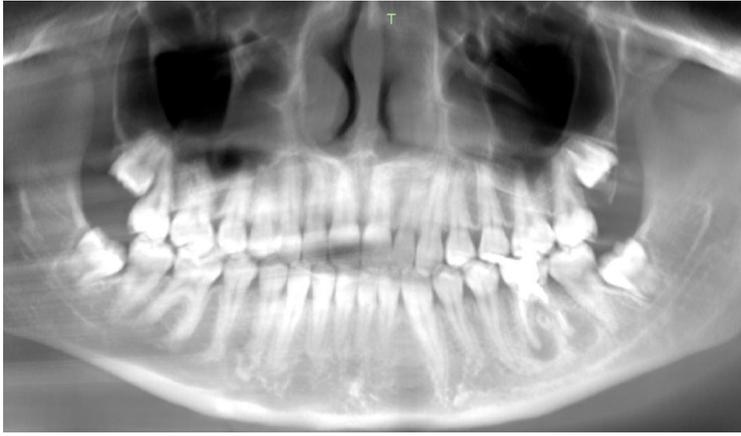


Figure 10 : Reconstruction panoramique 2D issue du CBCT.

On constate que les sinus sont aériens, la cloison nasale est rectiligne, la mandibule est symétrique. Toutes les dents sont présentes y compris les quatre germes des dents de sagesse en situation pré-éruptives. Leur édification radiculaire est au premier tiers. Il n'y a pas de conflit anatomique entre les deux germes 38 et 48 et le nerf alvéolaire inférieure (NAI). De plus, l'axe de la 38 est favorable à une avulsion atraumatique puisqu'il n'y a pas de corticale qui recouvre la dent en distal. La 38 est au stade 4 de Mores et al (Figure 6) et présente donc un potentiel de cicatrisation important. Il n'y a pas de carie, il ne semble pas y avoir de tartre ni de poche parodontale, le niveau osseux est satisfaisant.

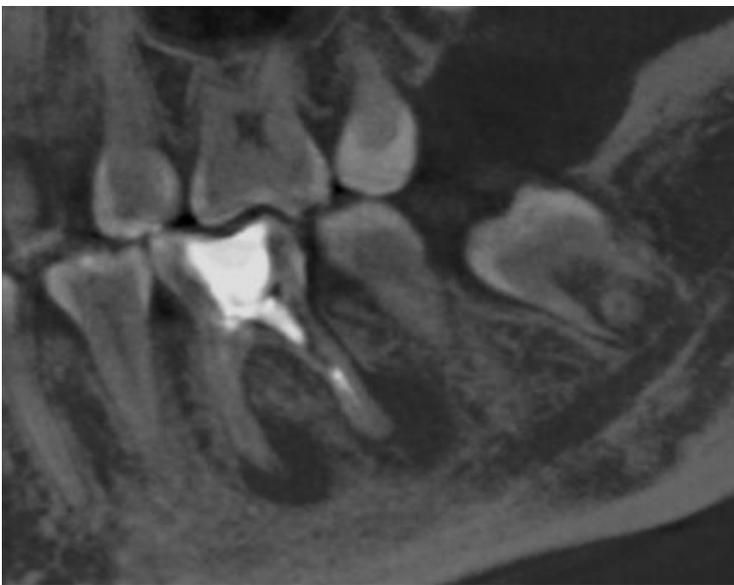


Figure 11 : Radiographie 3D centrée sur 36.

On remarque sur la dent 36 une restauration radio-opaque et un traitement canalaire n'allant pas jusqu'à l'apex (Figure 11). On note également la présence d'un instrument fracturé à l'apex de la racine distale de la 36. Deux lésions infectieuses péri-apicales d'origine endodontique (LIPOE) radio-claires sont appendues aux racines mésiales et distales de la 36. Elles mesurent environ 5mm de diamètre. On constate qu'il n'y a pas de fistulisation au niveau des corticales vestibulaires et linguales qui semblent préservées.

L'espace mésio-distal disponible entre la 35 et la 37 était de 10,66mm, hors la largeur mésio-distale de la couronne de la 38 a été mesurée à 10,78mm.

5. Décision thérapeutique

Comme dit précédemment, le traitement endo-canalair de la 36 avait déjà été entrepris deux ans auparavant mais fût un échec au vu des importantes infections péri-apicales présentes. Le retraitement endocanalair de 36 fût réalisé en 2022 mais un bris de lime dans le canal distal a abouti à un nouvel échec. La conservation de cette dent n'était donc plus possible malgré le jeune âge de la patiente.

Il a été décidé de réaliser une auto-transplantation de la dent de sagesse 38 en 36. Un implant a été envisagé mais la patiente n'ayant pas terminé sa croissance osseuse et alvéolo-dentaire, c'était impossible. La mise en place d'un bridge avec 35 et 37 en pilier et 36 en inter de bridge aurait été possible mais cette solution ne respectait pas le principe fondamental de l'économie tissulaire. En effet, les dents 35 et 37 étaient saines et vitales, il était inconcevable de tailler ces dents. Une prothèse amovible partielle d'une dent n'était pas adaptée puisqu'elle aurait lésé les dents adjacentes et accéléré le phénomène de résorption osseuse, sans parler de l'inconfort de la patiente et de son jeune âge. Enfin, la fermeture de l'espace par de l'orthodontie ne semblait pas idéale chez cette patiente car la dent 37 était totalement édifée. De plus, un important torque orthodontique aurait été nécessaire. Dans le futur il aurait également fallu mésialiser 38.

La décision a reposé sur d'autres critères tel que l'âge de la patiente. En effet, la patiente avait 16 ans, ce qui fait d'elle un sujet jeune. Comme vu dans la première partie, le taux de réussite est plus élevé avec un sujet jeune. De plus la patiente était très motivée et son hygiène était bonne. L'environnement parodontal était sain et le volume osseux disponible suffisant. Cette solution permet d'ailleurs de maintenir un volume osseux satisfaisant en vue d'éventuelles restaurations futures notamment implantaire. L'espace mésio-distal entre 35 et 37 était idéal afin d'accueillir la 38 sans effectuer de coronoplastie sur celle-ci et permettant ainsi de réduire le temps extra-alvéolaire du transplant. La 38 étant à l'état de germe au tiers de son apexification, elle présentait encore un potentiel de croissance et donc des facteurs favorables à l'intégration du transplant. Par ailleurs, elle possédait un axe d'éruption compatible à une avulsion atraumatique permettant de préserver la gaine épithéliale d'Hertwig.

L'auto-transplantation semblait être le choix thérapeutique le plus adapté à notre patiente, cependant il y avait tout de même certains obstacles. La dent 36 présentait des lésions infectieuses péri-apicales d'origine endodontique (LIPOE) volumineuses. Ceci entraîne à court terme un risque infectieux conséquent pour le transplant. La morphologie radiculaire de la dent 36 était totalement différente de celle de la dent de sagesse puisque la 36 présentait une hauteur radiculaire très supérieure à celle du germe dont les apex étaient au tiers de leurs formations. Il risquait donc d'en résulter une mobilité importante de notre greffon et des difficultés à le maintenir de manière stable au sein de l'avéole. A court terme une absence de stabilité primaire aurait pu empêcher le processus de néo-vascularisation du transplant. La mobilité de la 38 aurait également pu engendrer une lésion du desmodonte par friction ou compression entraînant une ankylose ou une résorption radiculaire de la dent de sagesse. Afin de réduire les risques énoncés ci-dessus, la réalisation d'un duplicata en trois dimensions par CFAO a été réalisé.

6. Réalisation du modèle 3D

Les fichiers DICOM du CBCT de la patiente ont été importés dans le logiciel BlueSky Plan® (BlueSky Bio®).

Après sélection de la zone d'intérêt, la dent de sagesse secteur 3, la segmentation numérique de la 38 a été débutée avec la fonction « fragmentation » du logiciel, visible sur la figure ci-dessous (Figure 12).

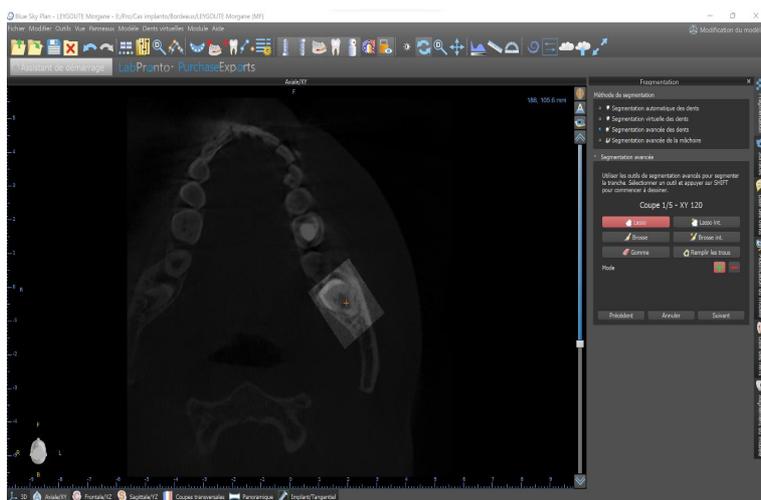


Figure 12 : Capture d'écran du logiciel BlueSky Plan® utilisé pour la confection du duplicata chirurgical.

La segmentation numérique a été poursuivie coupe par coupe par la sélection semi-automatique de voxel de densité supérieure ou égale à 700UH (Figure 13).

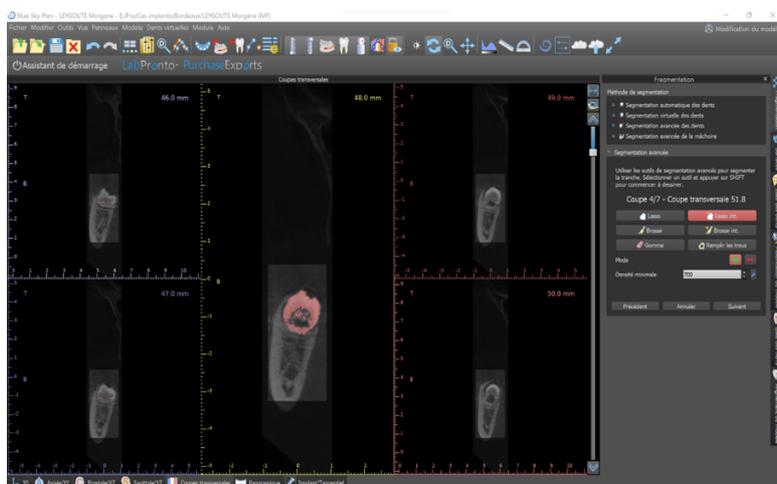


Figure 13 : Segmentation semi-automatique de la dent 38.

Par la suite la segmentation a été réajustée manuellement (Figure 14).

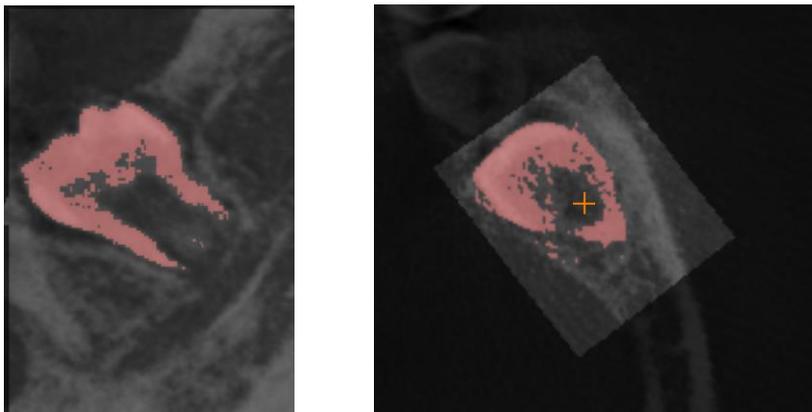


Figure 14 : Réajustement manuel de la segmentation semi-automatique de la 38.

Au terme de la segmentation semi-automatique, un modèle au format STL (stérolithographie) de la 38 fût édité. Il a permis de manipuler et de simuler le positionnement de la 38 en lieu et place de la 36 (Figure 15).

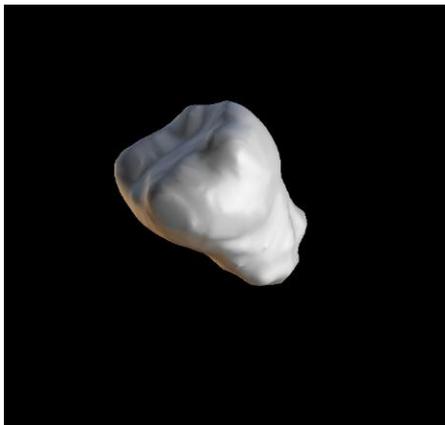


Figure 15 : Modèle 3D du duplicata de la 38.

Après traitement du modèle STL, une tige de préhension fût ajoutée manuellement à la face occlusale du modèle 3D afin de faciliter sa manipulation (Figure 16).

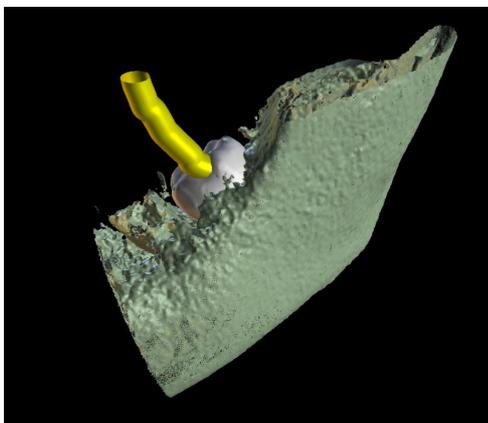


Figure 16 : Intégration du fichier STL au sein de la modélisation des coupes DICOM.

Le fichier STL a ensuite été exporté sur le logiciel de modélisation 3D Meshmixer®, puis envoyé en impression 3D.

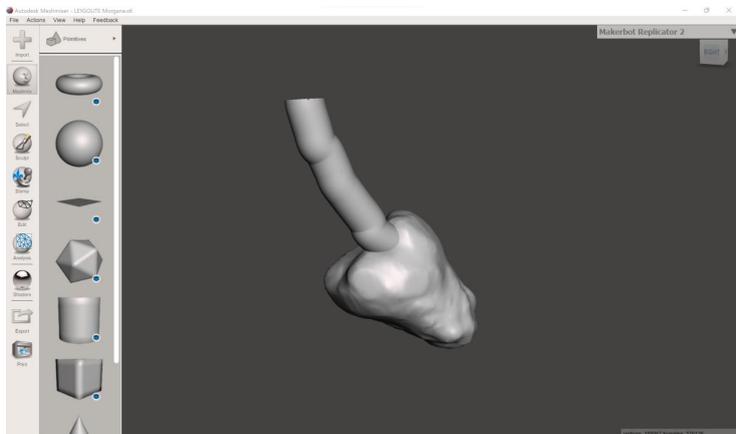


Figure 17 : capture d'écran du modèle chirurgical prêt à imprimer.

Un duplicata stéréolithographique fût ainsi obtenu, de dimension fidèle à la dent 38 segmentée numériquement (Figure 17-Figure 18).



Figure 18 : vue sur le champ opératoire du duplicata chirurgical imprimé et prêt à l'emploi.

7. Etapes chirurgicales

Le protocole chirurgical prévu initialement était l'avulsion atraumatique de la dent 36 avec curetage alvéolaire puis dans le même temps la transplantation du greffon : le germe de la dent 38. Néanmoins, le jour de la chirurgie, après l'avulsion atraumatique de la 36 sous

anesthésie locale, une importante suppuration a été observée au sein de l'avéole dentaire de celle-ci. Il a donc été décidé de reporter l'intervention de greffe. Des points de suture au vicryl résorbable ont été effectués. Une antibiothérapie a été mise en place afin d'accompagner la cicatrisation de la jeune patiente. Trois grammes par jour d'Amoxicilline associés à des bains de bouche de chlorhexidine et des antalgiques de pallier 1 ont été prescrits. Trois semaines plus tard, la patiente a été revue pour l'opération. Dans un premier temps, l'anesthésie locale est réalisée à l'aide d'articaine adrénalinée aux 1/200 000ème en regard de 38 à 36. Les points de suture de l'intervention précédente ont été déposés (Figure 19). Une incision intra-sulculaire de pleine épaisseur a été effectuée de la partie distale de la 35 jusqu'à la partie mésiale de la 37. Le site opératoire a subi un curetage alvéolaire du tissu cicatriciel puis une désinfection à la chlorhexidine (Figure 20).



Figure 19 : Alvéole de 36 après 21 jours de cicatrisation et dépose des points.



Figure 20 : site receveur après réouverture et curetage alvéolaire.

Le site receveur fût ensuite modelé à l'aide d'une fraise à os boule sous irrigation glacée et abondante afin d'éviter tout échauffement osseux pouvant conduire à sa nécrose. Le duplicata 3D du germe de la 38 a été utilisé lors de cette étape (Figure 21).



Figure 21 : Modèle 3D de 38 conçu par CFAO.

Le duplicata a été mis en place au sein de l'avéole de la 36 afin de rechercher tout contact prématuré. Le temps de préparation alvéolaire du site receveur a été de dix minutes environ, six retouches ont été nécessaires. L'objectif étant d'obtenir un modèle 3D qui s'insère de façon atraumatique sans tension avec une bonne stabilité primaire et en légère sous occlusion (Figure 22).



Figure 22 : Mise en place du duplicata chirurgical au sein du site receveur.

La 38 a ensuite été extraite après prolongement du lambeau en postérieur. L'incision intra-sulculaire initiale a été prolongée au collet de la 37 puis une décharge disto-vetibulaire a été effectuée. Une ostéotomie large sous irrigation abondante a été entreprise pour permettre d'avulser le germe de façon atraumatique et sans risquer de comprimer le desmodonte. Le germe a immédiatement été mis en place au niveau du site receveur, accompagné de son sac folliculaire. Le germe a été mis en position identique à la dernière position simulée par

le duplicata 3D sans frottement iatrogène. Le transplant présentait alors une bonne stabilité primaire, un seul axe de liberté minime persistant alors en vestibulaire aux mouvements de la langue. Le greffon présentait une mobilité 2 (Figure 23).



Figure 23 : transplantation de 38, mise en place immédiatement au niveau du site receveur après son avulsion.

Le site opératoire a été refermé à l'aide de sutures au monofilament 5.0. Une contention semi-rigide par fil d'acier et composite flow fût conformée sur site, permettant une fixation complète du transplant (Figure 24).

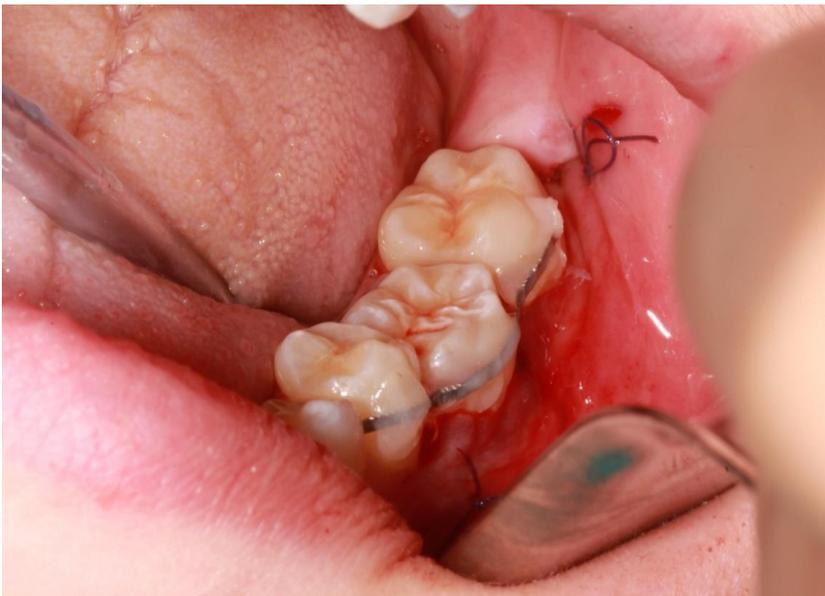


Figure 24 : Attelle semi-rigide sectorielle.

Le greffon est mis en sous-occlusion, les points de contact sont vérifiés au papier articulé huit microns. Pour finir, un cliché rétro-alvéolaire a été réalisé (Figure 25).



Figure 25 : Cliché rétro-alvéolaire post-opératoire.

Les consignes post-opératoires comprenaient également l'arrêt complet du sport jusqu'à la levée de la contention, un glaçage des joues pendant 3 jours ainsi qu'une alimentation souple le premier mois, et exclusivement du côté droit (Figure 26).

COMPTE-RENDU OPERATOIRE
INDICATION : Echec de retraitement endodontique de 36. Bris d'instrument dans les canaux.
TECHNIQUE : Détersion endobuccale et exobuccale bétadine Champ stérile Infiltration locale articaine adrénalinée 1/200000 ^{ème} Incision sulculaire de 35 à 37, prolongée par une incision de décharge vestibulo-distale Décollement sous-périosté et levée d'un lambeau muqueux de pleine épaisseur Décollement de la muqueuse linguale Curetage du tissu de granulation dans l'alvéole de 36 Fraisage progressif de l'alvéole de 36, avec multiples essais de positionnement du duplicata en résine Rinçage abondant au sérum bétadiné Protection du nerf lingual par un décolleur de molt Fraisage de la corticale mandibulaire en 38 à la fraise boule sous irrigation Avulsion atraumatique de 38, avec son sac folliculaire Mise en place atraumatique du greffon qui est stable Contention semi rigide du greffon par fil acier et composite Fermeture muqueuse vicryl 4.0
CONSIGNES POST-OPERATOIRES Antalgiques Antibiotiques Corticothérapie Pas de tabac Contention à conserver 4 semaines Pas de sport pendant 2 semaines, pas de sport de contact pendant 4 semaines

Figure 26 : Compte rendu opératoire .

La patiente a reçu une ordonnance d'Amoxicilline à une dose de trois grammes par jour, une corticothérapie orale à 1mg/kg pendant trois jours, ainsi que des antalgiques et bains de bouche de chlorhexidine.

8. Suivi

Une surveillance a été mise en place une fois par semaine pendant le premier mois. Au cours de cette première étape, aucun évènement particulier ne fût signalé par la patiente. Sur le plan clinique, on observait une bonne cicatrisation muqueuse, avec une stabilité croissante du greffon au cours du suivi (Figure 27).



Figure 27 : contrôle clinique à J15.

Sur le plan radiologique, un cliché rétro-alvéolaire a de nouveau été réalisé au 15^{ème} jour, indiquant un début de minéralisation de l'alvéole, avec des premiers signes de cicatrisation de la lamina dura (Figure 28).



Figure 28 : cliché rétro-alvéolaire J15.

Les consignes d'arrêt du sport furent maintenues chez cette patiente gardienne de football. Au terme du premier mois elle a pu reprendre une alimentation molle du côté transplanté. La patiente était par la suite revue à 6 semaines de l'intervention pour dépose de la contention orthodontique. La mobilité du greffon était physiologique : mobilité 1. La dent présentait une sensibilité positive, et ne présentait pas de signe d'ankylose à la percussion. Elle fut alors autorisée à reprendre le sport sans contact, et à reprendre une alimentation normale des deux côtés.

Un nouveau rendez-vous de contrôle était organisé à 6 mois de l'intervention. D'un point de vue clinique la dent était toujours vitale, mobilité physiologique, pas de signe d'ankylose. Un nouveau cliché rétro-alvéolaire démontrait la bonne évolution de l'ossification alvéolaire ainsi que la bonne cicatrisation du desmodonte (Figure 29).



Figure 29 : Cliché rétro-alvéolaire du greffon à 3 mois de l'intervention.

III. Discussion

Le premier cas d'auto-transplantation dentaire avec utilisation d'un réplikat par impression 3D décrit dans la littérature date de 2012. Depuis, 15 études ont été publiées sur ce sujet (Tableau 3). Toutes les études sauf une utilisaient le CBCT comme imagerie complémentaire. Les imprécisions lors du CBCT, de la segmentation et de l'impression du duplica 3D sont des facteurs à ne pas négliger. *Lee et al.* ont reporté que les variations dimensionnelles du réplikat par l'imprimante 3D sont d'environ 0.038–0.047mm (56), ce qui est infime et négligeable comparé aux imprécisions du chirurgien. *Lee and Kim* ont défini que les modèles sont en moyenne 0.149mm plus petits que la taille réelle du transplant (57). Et *Khalil et al.* ont prouvé que les différences dimensionnelles entre les modèles de répliques 3D réalisés par les technologies d'impression 3D et les dents réelles étaient inférieures à 0,25 mm, ce qui est cliniquement acceptable (58). Peu d'études décrivaient le technique de segmentation mais la plupart effectuaient une segmentation de seuil. La technique d'impression du modèle 3D la plus fréquente était la stéréolithographie. 2 études ont utilisé l'impression par Digital Light Processing (DLP) qui diffère de la stéréolithographie par le type de source lumineuse émise (laser versus UV). Le temps d'impression était rapporté dans une seule étude et était de 15 minutes environ. Les matériaux utilisés étaient principalement des résines bio-compatibles.

Tableau 3 : Bibliographie des articles ayant eu recours à l'impression 3D pour une autotransplantation.

	Technique d'imagerie : CBCT ou scanner	Technique de segmentation et logiciel	Logiciel de modélisation	Technique et temps d'impression	Matériaux
<i>Hongyi Adrian Shi et al.</i> (59), 2021, 14(8):e243601.	CBCT	Materialise ProPlan CMF 3.0	Materialise ProPlan CMF 3.0	Stéréolithographie avec imprimante stratasy NR	Résine bio-compatible : Med610
	CBCT (New-Tom GiANO)	ProPlan CMF	Vida, Envison TEC	NR	NR

<i>Ye Wu, Jiaming Chen et al. (60), 2019, 19(1):248. (</i>					
<i>Sanjeev Srivastava et al. (61), 2022, (Suppl 1):S136-S139.</i>	CBCT (i-CAT, Kavo dental, Germany)	Acteon ais software, Italy	Acteon ais software, Italy	Stéréolithographie (Planmeca creo 3dprinter, Helsinki) NR	Résine bio-compatible
<i>Takashi Kamio and Hiroshi Kato (62), 2019, 60(3):193-199.</i>	CBCT (volume extractor, i-plantssystems, iwate Japan)	Polygonal meister, Tokyo, Japan	Polygonal meister, Tokyo, Japan	Stéréolithographie Desktop 3D printer value 3D magiX MF-500 NR	Résine acrylonitrile butadiene styrene
<i>Min Zhou et al. (63), 2023, 33(8):936-940.</i>	CBCT	Méthode de segmentation de seuil Mimics 21.0 software	3-Matic 13.0 software	NR	NR
<i>Wei He et al. (64), 2018, 6:e5939.</i>	CBCT (New-Tom VG; Quantitative Radiology, Verona, Italy)	mimics 16.0 (Materialise, Leuven, Belgium) Segmentation par technique des volumes d'analyse et les jeux de données	FreeForm Modeling Plus software (version 11; Geo Magics SensAble Group, Wilmington, MA, USA) Phantom Desktop arm (Geo Magics SensAble Group,	Stéréolithographie M280; Electro Optical System, Krailling, Germany NR	Cobalt – chrome (Co–Cr) alloy

			Wilmington, MA, USA)		
<i>Jacob M T Curtis et al.</i> (65), 2020, 47(1):82-90.	CBCT	Mimics Medical 19.0 software (Materialise, Leuven, Belgium) Méthode de segmentation de seuil	Geomagic Freeform software (3D Systems, Rock Hill, SC, USA)	Stéréolithographie Formlabs Form 2 printer NR	dental SG resin materia
<i>Pau Cahuana-Bartra et al.</i> (66), 2020, 6(1):16.	Scanner : CT hélicoïdale (Philips iCT256)	IntelliSpace Portal 11 program (Philips®)	Meshmixer program (Autodesk®)	Stéréolithographie Objet30 Prime® NR	Med610 material (Stratasys®)
<i>Shuang Han et al.</i> (67), 2022, 22(1):5.	CBCT (Newtom VGI, Quantitative Radiology, Verona, Italy)	Mimics Medical 20.0 (Materialise, Leuven Belgium)	Materialise 3-matic 11.0 (Materialise, Leuven Belgium)	Stéréolithographie Formlabs Form2 SLA photocurable 3D printer (Formlabs, Massachusetts America) Temps d'impression : 15 minutes	Photopolymer Resin White FLGPWH03 (Formlabs, Massachusetts America) Photopolymer Resin Clear FLGPCL02 (Formlabs, Massachusetts America)

<i>Peter Kizek et al.</i> (68), 2023, 10(9):1058.	CBCT	Mimics software (V21; Materialise; Leuven, Belgium) Méthode de segmentation de seuil et segmentation manuelle	PreForm software (Formlabs, Somerville, MA, USA)	Technique d'impression par addition : Digital Light Processing avec imprimante Envision-TEC Vida NR	E-Guard material (Envision-TEC, Germany)
<i>J Mena-Álvarez et al.</i> (69), 2020, 20(1):99.	CBCT (White Fox, Acteon Medico-Dental Iberica S.A.U, Satelec, Merignac, France)	NemoScan, Explora 3D lab, Nemotec S.L., Arroyomolinos, Madrid, Spain	Guided Implant Surgery Biohorizons; Biohorizons S. L, Birmingham, USA	Stéréolithographie Explora 3D Lab, Nemotec S. L, Arroyomolinos, Madrid, Spain NR	NR
<i>Ali Al-Rimawi et al.</i> (70), 2019, 16(3):496.	CBCT machine NewTom VGI EVO (QR Verona, Verona, Italy)	MeVisLab (MeVis Medical Solutions AG, Bremen, Germany) Segmentation semi-interactive et indirecte	3-matic version 12.0 (Materialise; Leuven, Belgium)	Raydent (RAM500, RayMedical, Seoul, South-Korea) Digital Light Processing 3D printer technologie de solidification planaire à cristaux liquides	Résine
<i>Soyoung Park et al.</i> (71), 2023, 10(4):708.	CBCT (Promax®, Planmeca, Helsinki, Finland)	3D slicer Mode de segmentation du logiciel	Blue Sky Plan®, Blue Sky Bio, Libertyville, IL, USA	Stéréolithographie NextDent 5100, 3D Systems, Rock Hill, SC, USA	Résine polymère

				NR	
<i>Juan-Francisco Peña-Cardelles et al. (72), 2021, 13(1):e75-e80.</i>	CBCT	Mensuration des transplants pour réaliser le modèles 3D directement sur des coupes parasagittales du CBCT	NR	NR	Résine bio-compatible
<i>Hui Zhang et al. (73), 2022, 58(7):953.</i>	CBCT	Méthode de segmentation de seuil Implant Studio, ver 1.99.1.3.2, 3Shape, Copenhagen, Denmark	3 Shape Software, Copenhagen, Denmark	Stéréolithographie NextDent 5100, 3D Systems, Rock Hill, CA, USA NR	NR
<i>Shahbazian et al. (74), 2013, 115 (5), 667–675.</i>	CBCT	Méthode de segmentation non renseignée SimPlant (Materialise Dental, Leuven, Belgium)	SimPlant (Materialise Dental, Leuven, Belgium)	Stéréolithographie NR	NR

Le tableau ci-dessous, regroupe une sélection d'articles qui détaillaient les principaux facteurs influençant le pronostic de l'auto-transplantation. Il décrit le succès ou l'échec selon le transplant, le site receveur et la cause de la chirurgie. Il intègre également les différentes prescriptions réalisées, le temps extra-alvéolaire, le type de contention et la durée du suivi des patients (tableau 4). Les dents transplantées étaient majoritairement des troisièmes molaires. Les causes de l'auto-transplantation étaient variables : parodontale, trauma, agénésie... Le temps extra-alvéolaire variait de quelques secondes à 17 min en fonction des études. Des antalgiques, bain de bouche et antibiotiques étaient prescrits. Le type de contention était plutôt rigide et semi-rigide pour une durée d'environ deux semaines. La durée du suivi s'étalait de 1 an à 6 ans.

	Site donneur et site receur	Cause de l'autotransplantation	Temps extra alvéolaire et durée de la chirurgie	Prescription pré et post opératoire	Type de contention et durée	Durée du suivi	Succès ou échec
<i>Hongyi Adrian Shi et al. (59), 2021, 14(8):e243601.</i>	26 site receveur 38 transplant	Parodontale	NR	<ul style="list-style-type: none"> - Bain de bouche à la chlorhexidine à 0,2% trois fois par jours pendant deux semaines - Ibuprofen 400mg toutes les huit heures QSP 1 semaine - Amoxicilline 500mg toutes les huit heures durant une semaine 	Contention rigide pendant deux semaines puis semi-rigide durant deux semaines supplémentaires	Un an	Succès
<i>Ishreen Kaur Dhillon et al. (75), 2023, 39 Suppl 1:81-89.</i>	<p>1) Transplantation de 35 et 45 en lieu et place de 11 et 21</p> <p>2) Transplantation de 15 et 25 en lieu et place de 35 et 45</p>	<p>1)Trauma</p> <p>2) Hypodontie</p>	<p>1) <1min</p> <p>2) <1min</p>	NR	<p>1) Contention composite pendant 4 semaines</p> <p>2) Contention durant 2 semaines</p>	42 mois	Succès

<i>Keunhee Kim et al. (76), 2019, 45(1):122-128.</i>	Troisième molaire en transplant	NR	5 à 6 min	NR	NR	6 ans	Succès
<i>Bassam M Kinaia et al. (77), 2022, 20(2):100635.</i>	Dent surnuméraire à la place d'une 21	Agénésie 21	NR	NR	Contention et élimination des interférences occlusales	6 ans	Succès
<i>Takashi Kamio et al. (78), 2019, 60(3):193-199.</i>	Site receveur 37 donneur 38	Résorption 37	<1min	NR	Contention semi rigide	1 an	Succès
<i>Wei He et al. (64), 2018, 6:e5939</i>	1) 28 vers 36 2) 28 vers 26 3) 18 vers 46 4) 48 vers 46 5) 28 vers 26 6) 48 vers 46 7) 38 vers 36	NR	1) Immédiat 2) Immédiat 3) Immédiat 4) Immédiat 5) 2min 50s 6) Immédiat 7) 2min 40s 8) immédiat	Amoxicilline et métronidazole pendant une semaine	Contention assistée par ordinateur et réalisée par impression 3D	1) 4 ans 2) 3 ans 3) 2 ans 4) 2 ans 5) 2 ans 6) 1 an 7) 1 an 8) 1 an	Le taux de succès était de 87.5% (7/8), et le taux de survie à un an était de 100% (8/8).

	8) 48 vers 46						
<i>J. Mena-Álvarez et al. (69), 2020, 20(1):99.</i>	48 vers 47	47 incluse en malposition	17min	Amoxicilline 750mg/8heures Ibuprofène 600mg Eludril pério 0,2%	Suture pour maintenir la dent	24 mois	Succès
<i>Juan Francisco Peña-Cardelles et al. (72), 2021, 13(1):e75-e80.</i>	28 vers 26	26 fracturé	Moins de 30s	Amoxicilline 875 mg et acide clavulanique 125mg toutes les 8 heures QSP 7 jours Kétoprofen 25mg toutes les 8 heures pour 5 jours avec paracetamol 500 mg	Contention collée pendant deux semaines	12 mois	Succès
<i>Hui Zhang et al. (73), 2022, 58(7):953.</i>	38 vers 36	36 avec carie profonde et polype pulpaire	Moins de 30s	NR	Pas de contention car stabilité primaire optimale ni de suture	1 an	Succès

<p><i>Shahbazian et al.</i> (74), 2013, 115 (5), 667–675.</p>	<p>1) prémolaire vers incisive 2) prémolaire vers prémolaire 3) prémolaire vers prémolaire / molaire 4) prémolaire vers incisive 5) prémolaire vers prémolaire 6) molaire vers prémolaire / molaire</p>	<p>NR</p>	<p>Moins d'une minute avec modèle 3D 3 à 10 minutes sans duplicata 3D</p>	<p>1 semaine d'antibiotique</p>	<p>Contention collée</p>	<p>1 an</p>	<p>22 succès sur 24 patient dans le groupe avec modèle 3D 18 succès sur 22 patients dans le groupe sans modèle 3D</p>
---	--	-----------	---	---------------------------------	--------------------------	-------------	---

Tableau 4 : Articles sélectionnés sur l'auto-transplantation.

L'objectif de l'auto-transplantation dentaire est d'assurer de manière pérenne et reproductible la fonction et l'esthétique au patient. C'est une intervention à très bon pronostic. Dans la littérature, le taux de survie du greffe à 1 an est de 97,4%. Celui-ci reste stable jusqu'à 10 ans, à hauteur de 96,3% (30). De plus, *Aravena-Salazar et al.* (79), ont étudié 11 articles et 89 patients avec un âge allant de 17 à 64 ans sur une période s'étendant de 6 à 96 mois. Sur les 91 auto-transplantations 88 ont été réussies avec succès. Le taux de succès était de 96,7%. Cependant il faut noter le choix du taux de survie comme critère principal d'évaluation dans la littérature. Le taux de survie du greffe est défini par sa simple présence sur arcade. Or le greffe peut être présent sur l'arcade mais souffrir d'une mobilité importante, d'une ankylose, d'une résorption ou d'une pathologie pulpaire.

Une nécrose pulpaire pourra certes conduire à une thérapeutique conservatrice du greffe, mais qui ne répondra alors plus à l'objectif initial de « remplacer une dent par une autre qui en assure la fonction dans des conditions physiologiques les plus proches de la normale ». Il est rapporté dans la littérature que seulement 15% des greffes présentant un apex fermé se revascularisent lors de l'auto-transplantation. A contrario, 96% des greffes avec apex ouvert se revascularisent et restent vivants (80). La complication de pulpite ou de nécrose pulpaire est intimement liée au stade d'édification radiculaire du greffe puisque son édification radiculaire détermine ses chances de revascularisation (81). Chez notre patiente le stade 4 d'édification radiculaire du greffe a augmenté ses chances de revascularisation. C'est dans le contexte de transplantation de dent mature que certains auteurs décrivent la résection apicale du greffe avant sa réimplantation afin de favoriser les chances de revascularisation cependant cela augmente les risques de résorptions radiculaires (81). Une revue de littérature menée par *Guigliandolo et al.* a décrit la possibilité d'utiliser la bio-ingénierie (82). En effet, les cellules mésenchymateuses de la pulpe dentaire, du ligament parodontal, du follicule dentaire pourraient améliorer les chances de revascularisation des greffes. Un site receveur avec des dimensions mal ajustées à la morphologie radiculaire du greffe peut également mener à la nécrose pulpaire (34-83-84).

La découverte d'une résorption radiculaire débutante au cours du suivi ne se manifestera pas immédiatement sur le plan clinique, mais assombriera le pronostic de maintien sur arcade de la dent dans les années à suivre. Une étude menée par *Vasiliki Kafourou et al.* a montré qu'environ 13% des greffes présentaient une résorption ou une ankylose sur un suivi allant de un an à dix ans. Le ligament parodontal est l'un des facteurs les plus importants conditionnant le risque d'ankylose ou de résorption radiculaire. C'est durant les deux premières semaines après la chirurgie que la liaison entre les cellules du greffe et les cellules de l'alvéole receveuses se lie. Le ligament parodontal contient des cellules qui ont génétiquement la capacité de se différencier en ostéoblastes, fibroblastes ou cémentoblastes. Les cellules du ligament parodontal se situant sur la partie externe de l'apex du greffe se différencient en cémentoblastes et stimulent la néo-formation de dentine. Les cellules du desmodonte faisant face à l'alvéole receveuse se différencient en ostéoblastes (85-86-87). C'est pour cette raison que l'avulsion du greffe doit s'effectuer de la manière la plus atraumatique possible afin que le ligament parodontal ne soit pas lésé (88). Les risques de nécrose pulpaire, de résorption précoce ou d'infection du greffe sont à ce jour écartés chez notre patiente.

Une mobilité accrue de la dent engendrera des douleurs masticatoires au patient ainsi que de l'inconfort entraînant l'avulsion du greffe. La mobilité du greffe est une complication multifactorielle. Le positionnement de la dent en sous-occlusion est indispensable afin

de prévenir toutes forces occlusales iatrogènes (89). Une étude de *Shishir Dhar et al.*, a démontré un taux de succès de 90% à six mois sur 20 patients et 10% d'échec dû à une mobilité axiale et horizontale pathologique. La principale cause de mobilité du transplant est le manque d'os alvéolaire sur le site receveur (90).

Chez notre patiente de 16 ans, le choix de l'auto-transplantation de la dent 38 en 36 aura permis après six mois de suivi la mise sur arcade du transplant, sans mobilité ni signe clinique ou radiologique de complication. Le stade d'édification radiculaire du transplant 38 est le stade 4 selon la classification de *Moore et al.* Le temps extra-alvéolaire très réduit est favorable dans notre cas. Ce temps extra-alvéolaire très faible a été permis grâce à la création d'un modèle 3D. Le modèle 3D permis de modeler l'alvéole du site receveur. Sans l'utilisation d'un modèle 3D, dans la littérature, le temps extra-alvéolaire est défini entre 3 et 10 minutes. Le desmodonte du transplant est préservé, le risque de contamination bactérienne est réduit. Ces résultats encourageants sont toutefois à interpréter avec précaution, au vu du faible recul clinique. Un suivi bi-annuel puis annuel s'attachera à contrôler la vitalité pulpaire du transplant, ainsi que les signes cliniques ou radiologiques de résorption et d'ankylose. Une analyse cas-témoin de *Shahbazian et al.* (91) a étudié une population pédiatrique de patients bénéficiant d'une auto-transplantation dentaire avec utilisation d'un duplicata chirurgical ou sans. Le temps d'intervention était compris entre 40 et 90 minutes, contre 30 à 45 minutes avec utilisation d'un duplicata. De même, l'utilisation du duplicata nécessitait moins de tentatives de mise en place du transplant (entre 0 et 3 contre 4 à 7 tentatives sans duplicata). Chez notre patiente le temps d'intervention a été d'environ 40 minutes, l'utilisation du duplicata 3D a permis la préparation du geste, ainsi que de tous les éléments potentiellement chronophages au cours de l'intervention. Dans l'étude de *Shahbazian et al.* (91), aucune différence statistiquement significative entre les deux groupes, avec ou sans duplicata 3D, n'a été repérée. Le duplicata apparaît cependant un atout pour le confort du patient comme pour celui du chirurgien. *Kizek et al.* (92) ont sélectionné un premier groupe (groupe 1) de 10 patients (de 2020 à 2021) et un autre groupe (groupe 2) de 14 patients (de 2019 à 2020). Dans le groupe de 14 patients, la chirurgie s'était déroulée sans duplicata, dans le groupe 1 de 10 patients un modèle 3D a été réalisé. Les patients des deux groupes ont été observés entre 12 et 36 mois. Dans le groupe avec modèle 3D, le temps extra-alvéolaire était en moyenne de 12 secondes, dans l'autre 5,5 minutes. Le taux de succès du groupe avec modèle était de 90% contre 71% sans. 21% d'ankylose dans le groupe 2 contre aucun cas dans le groupe 1.

Dans une étude de *Han et al.* (93), 41 cas d'auto-transplantations ont été reportés. Il a été défini qu'il n'y avait pas de différence significative de résultat en fonction du transplant. Cependant, il a été démontré qu'un temps de préparation du site receveur et qu'un temps extra-alvéolaire plus élevé aboutissent à une augmentation du risque de ne pas pouvoir mettre en place le transplant. De plus, un nombre de tentative d'implantation du transplant plus important augmente le risque d'échec. *Verweij et al.* (94) ont rédigé une revue systématique de littérature basée sur 19 articles dont des études cliniques, des études in vitro et des rapports de cas. Ils ont recensé un taux de succès de 100% concernant les rapports de cas sur un suivi allant de 10 à 48 mois. Les études cliniques ont rapporté des durées extra-orales moyennes de 0 à 7 minutes en l'absence de traitement endodontique extra-oral. Les rapports de cas affirmaient que tous les temps extra-oraux étaient inférieures à 3 min. Les taux de réussite et de survie rapportés de l'auto-transplantation avec des guides chirurgicaux 3D individualisés variaient respectivement de 80,0 % à 91,1 % et de 95,5 % à 100 %. Les taux de réussite et de survie de l'auto-transplantation conventionnelle sans modèle 3D variaient respectivement de 79 % à 100 % et de 57 % à 100 %.

IV. Conclusion

Bien que l'auto-transplantation dentaire soit décrite depuis plusieurs siècles, elle est encore rarement réalisée en pratique clinique. Cette technique peut se substituer avec avantage au traitement orthodontique mais également à l'implantologie. L'apport du flux numérique est un atout important dans un cas d'auto-transplantation, en améliorant la réalisation technique et le pronostic de l'intervention. Les modèles 3D ont permis de réduire considérablement le temps extra-alvéolaire et d'éviter les dommages au ligament parodontal du transplant.

Durant ce travail, nous avons créé un modèle 3D du transplant à partir du cone beam. Après une segmentation et avoir exporté le fichier STL à l'imprimante 3D, l'impression par stéréolithographie a permis d'obtenir un réplica 3D de la dent. La Conception d'un duplicata 3D a permis chez cette patiente l'obtention d'un transplant vital, fonctionnel et intégré, sans signe de complication à un an de suivi post opératoire.

Dans la littérature, le taux de survie du transplant à 1 an est de 97,4%. Celui-ci reste stable jusqu'à 10 ans, à hauteur de 96.3%. Par conséquent, l'auto-transplantation doit faire partie de l'arsenal thérapeutique du chirurgien-dentiste.

Références bibliographiques

- 1) Natiella JR, Armitage JE, Greene GW. The replantation and transplantation of teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1 mars 1970;29(3).
- 2) La greffe dentaire chez les anciens, Renier S, *Inf Dent*; 1953, 35:1083-9.
- 3) Helewa A. Autotransplantation de prémolaires: intérêt au cours des traitements orthodontiques à Paris n°1993PA07G073. Paris VII,1993.
- 4) Regards sur l'histoire de l'art dentaire, de l'époque romaine à nos jours, Académie dentaire, Vidal, 12/06/2007.
- 5) Pape HD, Heiss R. History of tooth transplantation. *Fortschr Kiefer Gesichtschir* 1976;20:121–5 ET Tsukiboshi M. Long-term outcomes of autotransplantation of teeth: A case series. *Dent Traumatol* 2019;00:1–10.
- 6) Global Burden of Disease study 2019 (GBD 2019) data resources. *Global Burden of Disease 2019 Cancer Collaboration* 2022 Mar 1;8(3):420-444.
- 7) Global oral health status report: towards universal health coverage for oral health by 2030, World Health Organization, 18 novembre 2022, ISBN: 978-92-4-006148-4.
- 8) Laura Mona Khaliss. Atteinte carieuse des premières molaires permanentes chez les enfants scolarisés à Oradour-sur-Glane en 2019. *Sciences du Vivant [q-bio]*. 2020. dumas-02632277
- 9) Agénésies dentaires : De la phylogénèse à l'épigénétique Par Coralie Héloret Thèse n° 2015-TOU3-3067, ANNEE 2015, Directeur de thèse : Docteur DARIES Marion.
- 10) Traitement endodontique, HAS, septembre 2008, Haute Autorité de Santé – FBTMTENDO 2008 - Imprimé par Tipografia Guintina.
- 11) Rafael Fernández, Jaime A Cardona, Diego Cadavid, Luis G Álvarez, Felipe A Restrepo. 20 octobre 2017. Survival of Endodontically Treated Roots/Teeth Based on Periapical Health and Retention: A 10-year Retrospective Cohort Study. DOI: 10.1016/j.joen.2017.08.003
- 12) Glendor U. Epidemiology of traumatic dental injuries - a 12 year review of the literature. *Dent Traumatol.* 2008;(24):603-11.
- 13) Deplagne, H.; Campagne, J. [Autotransplantation of premolar tooth germs. Results]. *Rev. Orthop. Dento. Faciale* 1984, 18 (4), 495–506.
- 14) Torres, J. Transplantations et réimplantations dentaires. *Encycl. Med. Chir.*; Elsevier SAS: Paris, 1999; p11.

- 15) Nethander G, Skoglund A, Kahnberg K-E. Experimental autogenous tooth transplantation in the dog: a comparison between one- and two-stage surgical techniques. *Acta Odontol Scand.* 2003;61(4):223–9.
- 16) Andreasen JO. *Atlas de réimplantation et de transplantation dentaire.* Paris: Masson; 1993.
- 17) Lundberg T, Isaksson S. A clinical follow-up study of 278 autotransplanted teeth. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 1996;34(2):181–5.
- 18) Akiyama Y, Fukuda H, Hashimoto K. A clinical and radiographic study of 25 autotransplanted third molars. *J Oral Rehabil.* 1998;25(8):640–4.) Strobl V, Leja W, Norer B. [Outcome of wisdom tooth germ transplantation]. *Fortschr Kiefer Gesichtschir.* 1995;40:78–80.
- 19) Specificities in children wound healing, J. Sanchez, F. Antonicelli, D. Tuton, S. Mazouz Dorval, C. François, 2016 Oct;61(5):341-347.
- 20) Garcia A. L'autogreffe dentaire est-elle toujours d'actualité ? *Rev Odonto Stomatol.* 2002;31(3).
- 21) Petersen PE, Ogawa H. The global burden of periodontal disease: towards integration with chronic disease prevention and control. *Periodontol 2000.* 2012;60(1):15–39.
- 22) Parodontopathies : diagnostic et traitements, Mai 2002 HAS. [Parodontopathies_recos.pdf](#)
- 23) De Santis V, Garcia A. [Factors influencing the prognosis of completely built transplanted teeth]. *Inf Dent.* 1990;72(6):407–13.
- 24) Gault PC, Warocquier-Clerout R. Tooth auto-transplantation with double periodontal ligament stimulation to replace periodontally compromised teeth. *J Periodontol.* 2002;73(5):575–83.
- 25) Autotransplantation of teeth in humans: a systematic review and meta-analysis, Almpanti et al., 2015 Jul;19(6):1157-79.
- 26) Success Rate of Autotransplantation of Teeth With an Open Apex: Systematic Review and Meta-Analysis, Atala-Acevedo et al, 2017 Jan;75(1):35-50.
- 27) Outcomes and prognostic factors that influence the success of tooth autotransplantation in children and adolescents, Kafourou et al, 2017 Oct;33(5):393-399.
- 28) Third Molar Autotransplantation : An Alternative to Dental Implant - 9 Years Follow up of a Case Kumar et al, 2020 Jul-Dec;10(2):529-532.
- 29) Outcomes of autotransplanted teeth with complete root formation: a systematic review and meta-analysis, Chung et al, 2014 Apr ; 41(4):412-23.
- 30) Autotransplantation of teeth with incomplete root formation: a systematic review and meta-analysis, Rohof et al, 2018 May;22(4):1613-1624.

- 31) Autotransplantation of teeth with complete root formation: a case series, Bae et al, 2010 Aug;36(8):1422-6.
- 32) Clinical study on prognostic factors for autotransplantation of teeth with complete root formation, Sugai et al, 2010 Dec;39(12):1193-203.
- 33) Autotransplantation of third molars with completely formed roots into surgically created sockets and fresh extraction sockets: a 10-year comparative study, Yu et al, 2017 Apr;46(4):531-538.
- 34) Present status and future directions : Surgical extrusion, intentional replantation and tooth autotransplantation, Gianluca Plotino et al, 2022 May;55 Suppl 3:827-842.
- 35) Josefsson et al. E. Treatment of Lower Second Premolar Agenesis by Autotransplantation: Four-Year Evaluation of Eighty Patients. *Acta Odontol Scand* 1999;57 (2), 111-115.
- 36) Validation of a Cox prognostic model for tooth autotransplantation. Toshiya Yoshino, Michiko Yoshizawa, Shoko Aoyama, Toshiko Sugai-Toyama, Kanae Niimi, Nobutaka Kitamura, Tadaharu Kobayashi. DOI: 10.1002/cre2.819
- 37) Vilhjálmsson, V. H.; Knudsen, G. C.; Grung, B.; Bårdsen, A. Dental Auto- Transplantation to Anterior Maxillary Sites. *Dent. Traumatol. Off. Publ. Int. Assoc. Dent. Traumatol.* 2011, 27 (1), 23–29.
- 38) Kristerson, L. Autotransplantation of Human Premolars. A Clinical and Radiographic Study of 100 Teeth. *Int. J. Oral Surg.* 1985, 14 (2), 200–213.
- 39) Successful pulp revascularization of an autotransplanted mature premolar with fragile fracture apicoectomy and plasma rich in growth factors: a 3-year follow-up, Gaviño Orduña et al, 2020 Mar;53(3):421-433.
- 40) Influence of Extraoral Apicoectomy on Revascularization of an Autotransplanted Tooth: A Case Report, Jakse et al, 2018 Aug;44(8):1298-1302.
- 41) Accuracy of Computer-Assisted Template-Guided Autotransplantation of Teeth With Custom Three-Dimensional Designed/Printed Surgical Tooling: A Cadaveric Study, Anssari Moin et al, 2017 May;75(5):925.e1-925.e7.
- 42) Andreasen JO et al, Replantation of 400 avulsed permanent incisors. 4. Factors related to periodontal ligament healing. *Endod Dent Traumatol.* 1995;11(2):76–89.
- 43) Torres J., Favre de thierrens C., Jacquard C. et al. Transplantations et réimplantations dentaires, *Encycl. Méd. Chir. (Elsevier, Paris)*, 1999, 22-305-A-10, pp. 1-11
- 44) Kristerson L., Johansson L., Kisch J. et al, Autotransplantation of third molars as treatment in advanced periodontal disease *J. Clin. Periodontol.*, 1991, 18, pp. 521-528
- 45) Andreasen JO. The effect of pulp extirpation or root canal treatment on periodontal healing after replantation of permanent incisors in monkeys. *J Endod.* 1981;7(6):245–52.

- 46) Bauss O, Schilke R, Fenske C, Engelke W, Kiliaridis S. Autotransplantation of immature third molars: influence of different splinting methods and fixation periods. *Dent Traumatol Off Publ Int Assoc Dent Traumatol*. 2002;18(6):322–8.
- 47) Pohl Y, Filippi A, Kirschner H. Auto-alloplastic transplantation of a primary canine after traumatic loss of a permanent central incisor. *Dent Traumatol Off Publ Int Assoc Dent Traumatol*. 2001;17(4):188–93.
- 48) Tsukiboshi M. Autogenous tooth transplantation: a reevaluation. *The International journal of periodontics & restorative dentistry*. 1993;13(2):120-49.
- 49) International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: 2. Avulsion of permanent teeth, Fouad et al. 27/05/2020. <https://doi.org/10.1111/edt.12573>.
- 50) Splinting of teeth following trauma: a review and a new splinting recommendation, Kahler et al. 2016, PMID: 26823448, 2016 Mar;61 Suppl 1:59-73.doi: 10.1111/adj.12398.
- 51) These Autotransplantation dentaire : données actuelles Présentée et soutenue publiquement, le 11 juin 2015, Par Etienne Boulenger.
- 52) MTA and ferric sulfate in pulpotomy outcomes of primary molars: a systematic review and meta-analysis, Asgary et al, 2014 Fall;39(1):1-8.
- 53) Ashurko, I.; Vlasova, I.; Yaremchuk, P.; Bystrova, O. Autotransplantation of teeth as an alternative to dental implantation. *BMJ Case Rep*. 2020, 13, e234889.
- 54) Lee, S. J.; Jung, I. Y.; Lee, C. Y.; Choi, S. Y.; Kum, K. Y. Clinical Application of Computer-Aided Rapid Prototyping for Tooth Transplantation. *Dent. Traumatol. Off. Publ. Int. Assoc. Dent. Traumatol*. 2001, 17 (3), 114–119.
- 55) Glossary of Digital Dental Terms, 2nd Edition: American College of Prosthodontists and ACP Education Foundation *J Prosthodont*, 2021 Dec, 30(S3):172-181.
- 56) Lee KY, Cho JW, Chang NY, et al. Accuracy of three-dimensional printing for manufacturing replica teeth. *Korean J Orthod*. 2015;45:217–25
- 57) Seung-Jong Lee and Euseong Kim. Minimizing the extra-oral time in autogeneous tooth transplantation: use of computer-aided rapid prototyping (CARP) as a duplicate model tooth. *Restor Dent Endod*. 2012 Aug;37(3):136-141. English.Published online Aug 29, 2012.
- 58) Khalil W, EzEldeen M, Van De Castele E, et al. Validation of cone beam computed tomography-based tooth printing using different three- dimensional printing technologies. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2016;121:307–15.
- 59) Hongyi Adrian Shi et al, Tooth autotransplantation in a patient with rapidly progressing periodontitis aided by 3D printing, 2021, 14(8):e243601.
- 60) Ye Wu, Jiaming Chen et al, Autotransplantation of mature impacted tooth to a fresh molar socket using a 3D replica and guided bone regeneration: two years retrospective case series, 2019, 19(1):248.

- 61) Sanjeev Srivastava et al, Guided autotransplantation of tooth: An innovative approach, 2022, (Suppl 1):S136-S139.
- 62) Takashi Kamio and Hiroshi Kato, Autotransplantation of impacted third molar using a 3D printing technology : a case report, 2019, 60(3):193-199.
- 63) Min Zhou et al, 3D Printing Technology with Reverse Guide Design in Autogenous Tooth Transplantation: An *in vitro* Pictorial Report, 2023, 33(8):936-940.
- 64) Wei He et al, Computer-aided autotransplantation of teeth with 3D printed surgical guides and arch bar : a preliminary experience, 2018, 6:e5939.
- 65) Jacob M T Curtis et al, Autotransplantation of a surgically removed canine using a customised 3D-printed surgical template, 2020, 47(1):82-90.
- 66) Pau Cahuana-Bartra et al, The use of 3D additive manufacturing technology in autogenous dental transplantation, 2020, 6(1):16.
- 67) Shuang Han et al, Application effect of computer-aided design combined with three-dimensional printing technology in autologous tooth transplantation: a retrospective cohort study, 2022, 22(1):5.
- 68) Peter Kizek et al, Dental Auto Transplantation Success Rate Increases by Utilizing 3D Replicas, 2023, 10(9):1058.
- 69) J Mena-Álvarez et al, Technology at the service of surgery in a new technique of autotransplantation by guided surgery: a case report, 2020, 20(1):99.
- 70) Ali Al-Rimawi et al, 3D Printed Temporary Veneer Restoring Autotransplanted Teeth in Children: Design and Concept Validation Ex Vivo, 2019, 16(3):496.
- 71) Soyoung Park et al, Guided Autotransplantation of Impacted Canines Using a CAD/CAM Surgical Template, 2023, 10(4):708.
- 72) Juan-Francisco Peña-Cardelles et al, Third molar autotransplant planning with a tooth replica. A year of follow-up case report, 2021, 13(1):e75-e80.
- 73) Hui Zhang et al, Combined Application of Virtual Simulation Technology and 3-Dimensional-Printed Computer-Aided Rapid Prototyping in Autotransplantation of a Mature Third Molar, 2022, 58(7):953.
- 74) Shahbazian et al, Validation of the cone beam computed tomographybased stereolithographic surgical guide aiding autotransplantation of teeth: clinical casecontrol study, 2013, 115 (5), 667–675.
- 75) Ishreen Kaur Dhillon et al, Tooth autotransplantation with 3D-printed replicas as part of interdisciplinary management of children and adolescents: Two case reports, 2023, 39 Suppl 1:81-89.
- 76) Keunhee Kim et al, Clinical application of 3D technology for tooth autotransplantation: A case report, 2019, 45(1):122-128.

- 77) Bassam M Kinaia et al, Supernumerary tooth autotransplantation to replace missing maxillary central incisor using three-dimensional replica: A 6-year follow-up, 2022, 20(2):100635.
- 78) Takashi Kamio et al, Autotransplantation of Impacted Third Molar Using 3D Printing Technology: A Case Report, 2019, 60(3):193-199.
- 79) Aravena-Salazar et al. New complementary alternatives in third molar autotransplantation: A systematic review. 2023 Oct 12:26233.
- 80) Andreasen, J. O.; Paulsen, H. U.; Yu, Z.; Bayer, T.; Schwartz, O. A Long-Term Study of 370 Autotransplanted Premolars. Part II. Tooth Survival and Pulp Healing Subsequent to Transplantation. *Eur. J. Orthod.* 1990, 12 (1), 14–24 <https://doi.org/10.1093/ejo/12.1.14>.
- 81) Mendes, R.A.; Rocha, G. Mandibular third molar autotransplantation—literature review with clinical cases. *J. Can. Dent. Assoc.* 2004, 70, 761–766.
- 82) Oral Bone Tissue Regeneration: Mesenchymal Stem Cells, Secretome, and Biomaterials, Guigliandolo et al, 2021 May 15;22(10):5236.
- 83) Erdem, N.F.; Gümüşer, Z. Retrospective evaluation of immediate impacted third molars autotransplantation after extractions of mandibular first and/or second molars with chronic periapical lesions. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 2021, 79, 37–48.
- 84) Bauss, O.; Schilke, R.; Fenske, C.; Engelke, W.; Kiliaridis, S. Autotransplantation of immature third molars: Influence of different splinting methods and fixation periods. *Dent. Traumatol.* 2002, 18, 322–328.
- 85) Trubiani, O.; Marconi, G.D.; Pierdomenico, S.D.; Piattelli, A.; Diomedede, F.; Pizzicanella, J. Human oral stem cells, biomaterials and extracellular vesicles: A promising tool in bone tissue repair. *Int. J. Mol. Sci.* 2019, 20, 4987.
- 86) Diomedede, F.; Marconi, G.D.; Fonticoli, L.; Pizzicanella, J.; Merciaro, I.; Bramanti, P.; Mazzon, E.; Trubiani, O. Functional relationship between osteogenesis and angiogenesis in tissue regeneration. *Int. J. Mol. Sci.* 2020, 21, 3242.
- 87) Marconi, G.D.; Fonticoli, L.; Guarnieri, S.; Cavalcanti, M.; Franchi, S.; Gatta, V.; Trubiani, O.; Pizzicanella, J.; Diomedede, F. Ascorbic acid: A new player of epigenetic regulation in LPS-gingivalis treated human periodontal ligament stem cells. *Oxid. Med. Cell. Longev.* 2021, 2021, 6679708.
- 88) Lucas-Taulé, E.; Llaquet, M.; Muñoz-Peñalver, J.; Nart, J.; Hernández-Alfaro, F.; Gargallo-Albiol, J. Mid-term outcomes and periodontal prognostic factors of autotransplanted third molars: A retrospective cohort study. *J. Periodontol.* 2021.
- 89) Park, J.H.; Tai, K.; Hayashi, D. Tooth autotransplantation as a treatment option: A review. *J. Clin. Pediatr. Dent.* 2010, 35, 129–135.
- 90) Shishir Dhar et al, A Prospective Study on Autotransplantation of Mandibular Third Molars With Complete Root Formation 2022 Dec;15(4):340-349

- 91) Shahbazian, M.; Jacobs, R.; Wyatt, J.; Denys, D.; Lambrichts, I.; Vinckier, F.; Willems, G. Validation of the Cone Beam Computed Tomography–Based Stereolithographic Surgical Guide Aiding Autotransplantation of Teeth: Clinical Case–Control Study. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol.* 2013, 115 (5), 667–675.
- 92) Kizek et al. Dental Auto Transplantation Success Rate Increases by Utilizing 3D Replicas. 2023 Sep 8;10(9):1058
- 93) Han et al. Application effect of computer-aided design combined with three dimensional printing technology in autologous tooth transplantation: a retrospective cohort study. 2022 Jan 11;22(1):5.
- 94) Verweij et al, Autotransplantation of teeth using computer-aided rapid prototyping of a three- dimensional replica of the donor tooth: a systematic literature review, *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2017; 46: 1466–1474.

Collège des Sciences de la Santé

UFR des Sciences Odontologiques

Serment

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

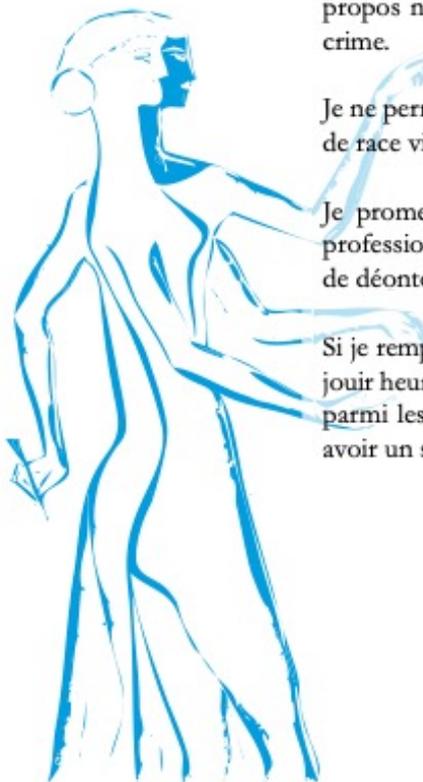
Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un honoraire au-dessus de mon travail. Ma langue taira les secrets qui me seront confiés. Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe.

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

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

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

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



Vu, Le Président du Jury,
Date, Signature :

Vu, la Directrice de l'UFR des sciences Odontologiques,
Date, Signature :

Vu, le Président de l'université de Bordeaux,
Date, Signature :