

Autotransplantation d'une incisive maxillaire et prise en charge orthodontique : à propos d'un cas

Valentine CHARPENTIER^{1*}, Masrour MAKAREMI¹, François de BRONDEAU²

¹ 2, rue des Deux Conils, 24100 Bergerac, France

² Service d'orthodontie de l'université Bordeaux II, 146 rue Léo-Saignat, CS 61292, 33076 Bordeaux cedex, France

MOTS CLÉS :

Autotransplantation dentaire /
Réimplantation dentaire /
Incisive centrale /
Dent incluse

RÉSUMÉ – Introduction : Les incisives sévèrement incluses avec une anatomie radiculaire atypique ne répondent pas favorablement à la traction orthodontique après exposition chirurgicale. Par conséquent, elles sont souvent extraites et leur moyen de remplacement prothétique se trouve très limité chez les patients en croissance. L'autotransplantation apparaît alors comme l'unique méthode de conserver la dent naturelle et de préserver l'os alvéolaire dentaire. **Matériels et méthodes :** Une incisive centrale maxillaire bloquée dans la région des fosses nasales avec un apex ouvert a été diagnostiquée chez une patiente de 8 ans et demi. La dent présentait une courbure radiculaire contre la corticale de l'os maxillaire, contrariant sa traction orthodontique. À travers ce cas clinique d'autotransplantation d'une incisive maxillaire et d'une revue de la littérature, cet article explore les indications et expose les différentes étapes de cette thérapeutique orthodontico-chirurgicale. **Résultats :** L'autotransplantation a permis dans ce cas la restauration de la continuité de l'arcade après un temps de traitement orthodontique de deux années. La reconstruction osseuse du site d'extraction a été très satisfaisante. **Discussion :** Les intérêts de cette technique et les précautions à prendre sont discutés, ainsi que les différents protocoles de mise en œuvre. Son taux de succès croissant permet de considérer cette pratique chirurgicale comme un protocole d'avenir.

KEYWORDS:

Tooth autotransplantation /
Tooth reimplantation /
Central incisor /
Impacted tooth

ABSTRACT – Autotransplantation of a maxillary incisor and orthodontic care: a case study. Introduction: Severely impacted teeth with atypical root anatomy do not respond well to orthodontic traction after surgical exposure. Consequently, they are often removed, but replacing them with dental prostheses can prove difficult in patients who are still growing. Thus, autotransplantation seems to be the only way to preserve a natural tooth and the alveolar bone. **Materials and methods:** An upper central incisor impacted in the region of the nasal cavities with an open apex was diagnosed in an 8.5-year-old female patient. The tooth displayed a curved root pressed against the maxillary cortical bone preventing orthodontic traction treatment. Through this clinical case involving autotransplantation of a maxillary incisor report and a review of the literature, this article explores the indications and exposes the different stages of this orthodontic-surgical protocol. **Results:** In this case, autotransplantation enabled restoration of maxillary arch continuity. After two years of orthodontic treatment, the bone reconstruction of the extraction site was very satisfactory. **Discussion:** The benefits of this technique and the precautions to be taken are discussed as well as the various protocols. The increasing success rate of this surgical procedure makes it possible to consider it as a protocol for the future.

* Auteur pour correspondance : cvalentine94@hotmail.com

1. Introduction

Le traitement orthodontique des patients présentant des dents absentes sur l'arcade dentaire pose la question du moyen de remplacement. Les moyens thérapeutiques conventionnels incluent la réhabilitation prothétique (implant, bridge, prothèse amovible), ou la fermeture d'espace orthodontique [15].

La transplantation constitue une troisième option et correspond au déplacement d'un organe fonctionnel autogène, le transplant dentaire, à partir d'un site donneur dans une cavité alvéolaire naturelle ou préparée artificiellement. Elle permet la reconstitution de la dentition en utilisant le matériau le plus biocompatible : une dent provenant du même patient. Elle peut intéresser une dent mature, ou immature avec un apex largement ouvert [3]. Cette technique est particulièrement indiquée sur des dents immatures chez des patients jeunes avec un potentiel biologique favorable pour une revascularisation du parenchyme pulpaire [16]. Elle trouve ses indications dans de nombreuses situations cliniques au sein d'une thérapeutique orthodontique :

- les ectopies dentaires ;
- le remplacement d'une dent agénésique, extraite ou condamnée à l'avulsion ;
- le repositionnement chirurgical d'une dent incluse non tractable orthodontiquement ;
- le redressement forcé d'une dent présentant une malposition sévère ou une éruption stoppée par une zone d'ankylose.

Cette solution thérapeutique aux nombreuses indications est intéressante car elle permet de pallier aux restaurations prothétiques coûteuses et figées, et à la longévité d'un traitement orthodontique. L'autotransplantation, à la différence d'une restauration implantaire, peut être réalisée chez l'enfant et recrée une interface active entre le transplant et les tissus environnementaux, par la formation d'un ligament alvéolo-dentaire fonctionnel [20]. Ce dernier est impératif pour déplacer la dent à l'aide d'un appareil orthodontique et ainsi préserver la crête alvéolaire [12].

Il est néanmoins nécessaire de garder à l'esprit que cette pratique est plus traumatisante pour la pulpe et le parodonte qu'un déplacement orthodontique conventionnel ; et des formes d'ankylose et de résorption du transplant ont été rapportées dans la littérature. Cependant, depuis ses premières



Figure 1

Photographie intra-buccale de face.

applications cliniques dans les années 1950, le taux de succès des transplantations dentaires n'a cessé d'augmenter [10] grâce aux nombreuses études qui ont permis de mieux appréhender la physiologie de la cicatrisation pulpaire et parodontale, et de développer des protocoles opératoires rigoureux permettant in fine de considérer les transplantations comme une technique chirurgico-orthodontique fiable et prometteuse [16].

2. Cas clinique

2.1. Motif de consultation

Ilana, âgée de 8 ans et demi, a été adressée par son dentiste traitant en raison de l'absence sur l'arcade dentaire de l'incisive centrale maxillaire droite. La jeune patiente avait subi, à l'âge de trois ans, un traumatisme facial sur ses incisives lactéales ayant provoqué l'impaction de la 51 et, par la suite, une évolution dystopique et un trouble de la rhizagénèse de la 11. Cette dernière commençait à devenir douloureuse et provoquait des épisodes de sinusite.

2.2. Examen clinique et radiologique

L'examen clinique a révélé l'absence de la 11 sur l'arcade et la présence de diastèmes et de dystopies dentaires dans la région maxillaire antérieure (Fig. 1).

La patiente présentait une classe II, division 1 occlusale.

L'analyse radiographique en 3D a révélé la présence de la dent incluse dans la région des fosses nasales (Fig. 2). Cette dernière présentait une anomalie de forme avec un apex coudé contre la corticale osseuse interne du maxillaire empêchant le processus d'apexogénèse (Fig. 3) et compliquant grandement sa traction orthodontique.

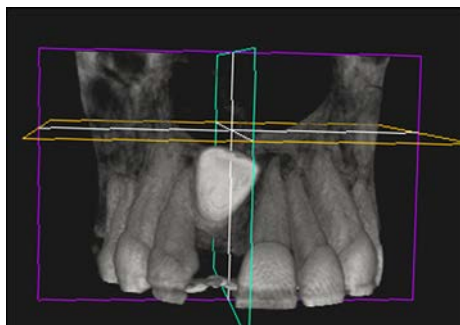


Figure 2

Cone beam dévoilant l'inclusion haute de la 11.

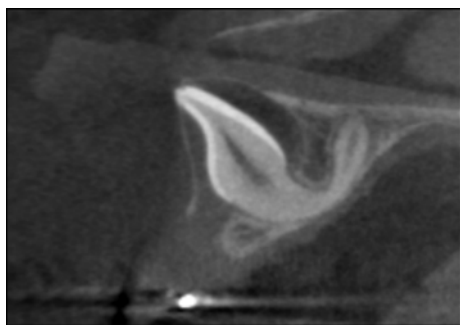


Figure 3

Anomalie de forme de la dent incluse à partir d'une vue latérale du cone beam.

2.3. Stratégie thérapeutique

Paulsen [19,21] affirmait que la transplantation dentaire devait être entreprise lorsque celle-ci apportait une solution meilleure que toute autre et que son échec potentiel n'entraînait pas un résultat plus mauvais que si elle n'avait pas été tentée.

L'indication d'un traitement orthodontique **paraïssaît** évidente pour des raisons fonctionnelles et esthétiques afin de rétablir la continuité de l'arcade avec des contacts occlusaux équilibrés.

La désinclusion chirurgico-orthodontique par traction étant compromise, deux solutions thérapeutiques s'offraient à nous :

- l'extraction de la dent et le maintien de l'espace par prothèse temporaire avant la restauration implantaire en fin de croissance ;
- l'autotransplantation chirurgicale de la 11.

Cette dernière option présentait plusieurs avantages face à la première (Tab. 1) [18].

Après le consentement libre et éclairé de la patiente et de sa famille, la solution d'autogreffe de la 11 fut entreprise.

2.4. Protocole clinique

2.4.1. Préparation orthodontique pré-chirurgicale

Un traitement multiattache sectionnel a été posé pour préparer l'espace pour la dent.

La pose de brackets sur la 16, 12, 21, 22 et 26 a été effectuée afin de fermer les diastèmes antérieurs et de créer un espace suffisant pour recevoir la 11 sur l'arcade dentaire.

Une fois cela fait, un arc palatin supportant une dent prothétique a été réalisé et placé pour remplacer l'incisive en attente de la chirurgie.

2.4.2. Transplantation chirurgicale

L'intervention a été pratiquée sous anesthésie générale. Un lambeau vestibulaire de pleine épaisseur a été réalisé afin d'accéder au site d'inclusion. La corticale osseuse entourant la dent a été soigneusement retirée à l'aide d'un piézotome. Celle-ci a été extraite en utilisant un davier appliqué seulement sur sa partie coronaire afin de ne pas léser les cellules parodontales et la racine de la dent et de respecter son sac péri-coronaire. Ce tissu desmodontal doit en effet rester vivant et le moins altéré possible car il est à l'origine de la régénération d'un parodonte physiologique entre la racine et l'os.

La dent a ensuite été placée sur une compresse imbibée de sérum physiologique le temps de préparer son alvéole à l'aide d'une fraise en carbure de tungstène, en respectant les dimensions du transplant.

L'espace réservé au développement du ligament devait être assez large pour l'isoler du tissu osseux voisin et éviter de créer des zones de compression où la vascularisation pourrait être interrompue ou insuffisante [7].

La dent a été placée dans l'alvéole néoformée avec une angulation, de sorte à privilégier l'inclinaison de la racine au sein de l'os alvéolaire. Par conséquent, en raison de son anatomie radiculaire particulière, la dent a été placée avec une vestibulo-version coronaire et se situait en dehors des points d'occlusion. Un bracket a été collé sur celle-ci, puis le lambeau a été replacé et suturé.

Une contention a été réalisée à l'aide du fil Ortho-Flextech® collé en palatin de la 12 à la 21, et un fil TMA .019 × .025 passif à la déformation a été posé sur les brackets maxillaires antérieurs (Fig. 4).

Tableau 1. Comparaison autotransplantation versus restauration implantaire.

	Autotransplantation	Extraction/restauration implantaire
Intégrité de l'arcade dentaire	Préservée	Dent prothétique
Chronologie de réalisation	Patient jeune en croissance	Patient en fin de croissance
Traitement orthodontique	En une seule phase	En deux phases
Gestion de l'espace période adolescente	Dent naturelle	Dent prothétique
Croissance de l'os alvéolaire	Conservée	Stoppée
Mouvement/déplacement de la dent	Possible	Impossible
Coût	Faible	Important

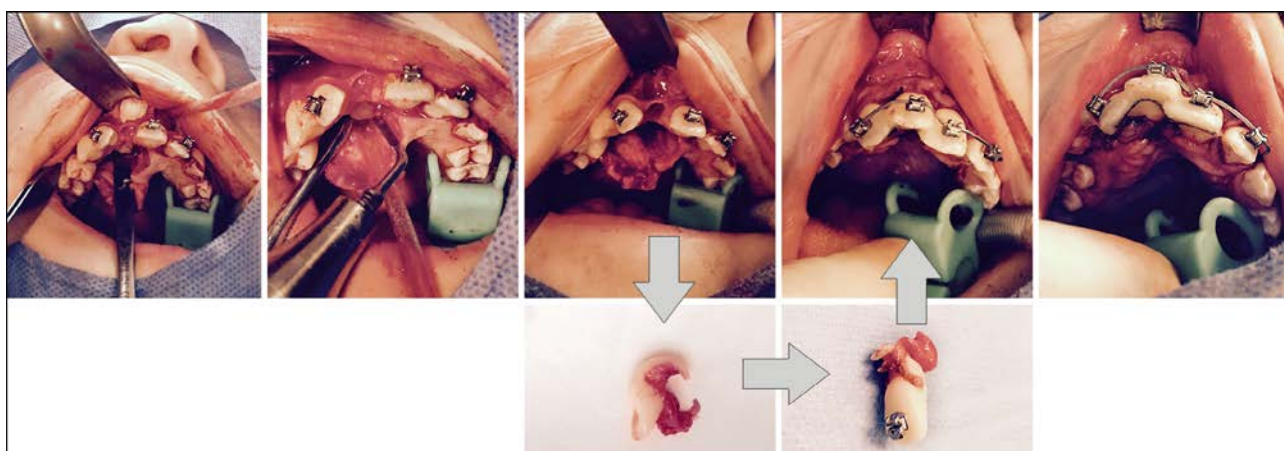


Figure 4
Étapes chirurgicales de l'autotransplantation.

Une couverture antibiotique a été prescrite à la patiente pour protéger la cicatrisation de l'interférence d'une réaction immunitaire contre une infiltration bactérienne.

2.4.3. Orthodontie post-chirurgicale

Trois semaines après l'intervention, la contention palatine a été déposée, et l'arc TMA a été maintenu. Cette contention souple permettait des mouvements de faible amplitude favorisant une récupération fonctionnelle plus rapide du ligament. Trois mois après l'intervention, après cicatrisation parodontale, l'arc TMA a été déposé, les canines maxillaires ont été collées, et un arc .014 Niti a été inséré afin de débuter le nivellement des dents antérieures et notamment de la dent transplantée avec des forces très douces et continues (Fig. 5).

Par la suite, le reste de l'arcade maxillaire et de l'arcade mandibulaire a été collé puis nivelé.

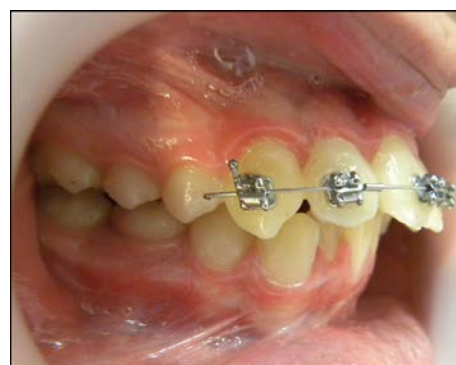


Figure 5
Fin de la contention et début du nivellement dentaire.

Un arc de rétraction en TMA $.019 \times .025$ a été posé afin de rétracter les incisives maxillaires et de réduire le surplomb antérieur soutenu par des tractions intermaxillaires de classe II et des minivis comme ancrage des secteurs latéraux.



Figure 6

Vue intra-buccale après dépose de l'appareil orthodontique.

Après deux ans de traitement, l'appareil orthodontique a été retiré (Fig. 6). Pour plus de sécurité, une double contention maxillaire a été réalisée par le biais de deux fils Ortho-Flextech® collés en palatin des quatre incisives maxillaires. Une contention mandibulaire a été placée.

La dent présente un environnement parodontal sain et la papille interdentaire de part et d'autre de la dent est intacte.

Le cone beam de fin de traitement indique une très bonne reconstruction osseuse du site d'extraction et la présence d'un environnement osseux favorable qui circonscrit quasiment toute la dent (Fig. 7). En effet, seule la partie vestibulaire de la racine n'est pas recouverte par de l'os, en raison de la coudure apicale qu'elle présente (Fig. 8). Ceci justifie l'arrêt de l'apexogénèse et l'impossibilité de revascularisation du tissu pulpaire.

L'incisive transplantée répond négativement aux tests de vitalité mais, en raison de son anatomie radiculaire atypique, son traitement endodontique n'a pas été entrepris. Cette dernière ne révèle aucune dyscoloration, et aucun signe d'inflammation ou d'infection n'est à remarquer. L'incisive présente une mobilité 1 évaluée selon l'index de Mühlemann. Une surveillance clinique et radiographique appropriée sur le long terme sera de rigueur afin de dépister les éventuels signes de résorption osseuse, d'ankylose, ou encore d'infection (Fig. 9).

3. Discussion

L'inclusion d'une incisive centrale maxillaire est rarement rencontrée par un orthodontiste. Son incidence a été rapportée être entre 0,06 % et 0,2 % [21]. Selon Steward [23], 70 % des inclusions

d'incisives ont une étiologie développementale, 22 % résultent d'un traumatisme et moins de 10 % sont accompagnées de dents surnuméraires ou de kystes folliculaires.

Le diagnostic de l'impaction s'établit généralement à partir d'une radiographie panoramique, mais le CBCT offre de précieux renseignements sur l'orientation de la dent incluse, ses rapports avec l'os et les dents environnantes et son stade d'édification radiculaire. Ici, l'extrême coudure radiculaire de l'incisive aurait pu justifier la réalisation d'une apexotomie afin d'avoir plus de chance d'intégrer la racine dans l'os. Celle-ci n'a cependant pas été réalisée car elle aurait entraîné un rapport couronne/racine défavorable et, comme l'a souligné Alain Garcia, la préparation de la néo-alvéole peut tolérer l'absence d'une paroi osseuse [5,6].

En général, la traction chirurgico-orthodontique est le traitement de choix pour les dents incluses, recommandée dans la plupart des cas. Cependant, dans les cas sévères d'impaction comme celui présenté ici, l'autotransplantation semble être une alternative intéressante pour conserver la dent incriminée et diminuer le temps de traitement.

La technique de piézochirurgie utilisée sur Ilana est un procédé d'ostéoplastie et d'ostéotomie reposant sur la technologie ultrasonique. Le bistouri ultrasonore est un instrument capable d'obtenir des traits de coupe submillimétriques sans échauffement favorisant la consolidation osseuse [2,11]. Cette technique apporte confort et sécurité au patient et au praticien. Elle permet une action de coupe sélective extrêmement précise sur les tissus minéralisés en préservant les tissus mous, notamment ici le sac folliculaire de la dent, primordial pour la bonne intégration du transplant dans sa nouvelle alvéole.

De nombreux auteurs, dont notamment Trope, et al. [25], ont suggéré que la résorption des dents transplantées était corrélée à deux facteurs : la destruction du cément et du ligament parodontal pendant la chirurgie, et la contamination bactérienne au sein des canaux radiculaires et des tubulis dentinaires. Connaître le processus de cicatrisation parodontale et de remodelage osseux permet d'obtenir les meilleurs résultats possibles. Toute autotransplantation induit inévitablement une interruption de la vascularisation à la surface de la racine pouvant être préjudiciable à la survie des cellules du



Figure 7

Vue exo-buccale et cone beam avant et après traitement orthodontique.

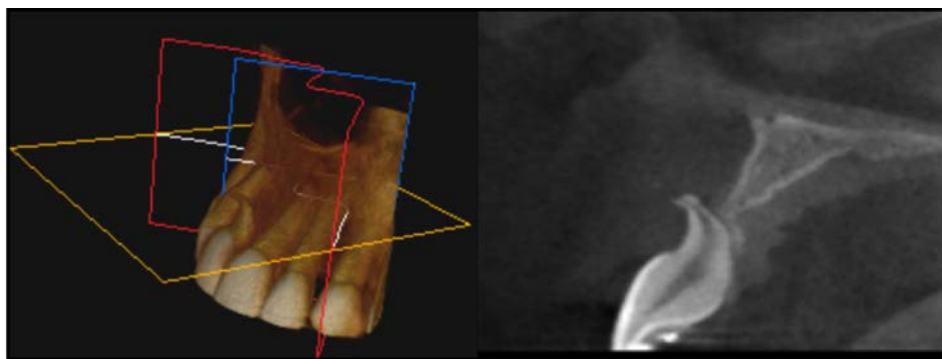


Figure 8

La partie vestibulaire de la racine présente une coudure apicale et n'est pas recouverte par de l'os.

ligament alvéolo-dentaire (LAD). L'ankylose dentaire est initiée par la destruction des cellules du LAD et par une infiltration subséquente des ostéoblastes et ostéoclastes dans la dentine radiculaire [8]. Par conséquent, une revascularisation rapide du LAD est importante afin d'empêcher l'ankylose de la dent transplantée [10].

Après la transplantation sur Ilana, la contention a stabilisé le transplant dentaire en sous-occlusion pendant le début du processus de cicatrisation parodontale pour prévenir les contacts occlusaux excessifs, source de résorption. Par la suite, le fil de contention a été retiré trois semaines après, laissant à la dent un certain degré de mobilité afin de stimuler les fibroblastes et d'éviter les phénomènes d'ankylose [26,27]. Trois à six mois après la transplantation, après cicatrisation du parodonte, les mouvements orthodontiques ont repris, et la dent a été placée dans une position qui l'exposait à des contacts occlusaux modérés et équilibrés afin de favoriser la régénération du LAD et de réduire les risques d'ankylose [4]. Andreasen [1] préconise un déplacement orthodontique 3 à 4 mois après l'acte

chirurgical, lorsque la cicatrisation du LAD et de l'attache gingivale s'est effectuée et que la revascularisation pulpaire des dents immatures est optimale. A contrario, selon Tsukiboshi [26], le transplant peut être mobilisé au bout de deux mois (juste avant la cicatrisation complète du LAD) et même à la fin du 1^{er} mois pour les mouvements d'égression.

Généralement, les orthodontistes recommandent un traitement orthodontique de courte durée, des forces légères et continues avec une décharge progressive afin de limiter les phénomènes de résorption. Ce principe a été respecté dans notre traitement avec une séquence d'arcs précisément déterminée pour appliquer des forces graduelles sur les dents. L'arc TMA à la déformation, inséré juste après la transplantation, a induit avec une certaine souplesse un très léger mouvement aux dents. Par la suite, les fils NiTi Neo-Sentalloy aux propriétés super-élastiques et thermiques de sections croissantes .014 puis .016 × .016 (80gr) et .020 × .020 (100gr puis 300gr) ont permis un nivellement progressif de l'arcade dentaire.

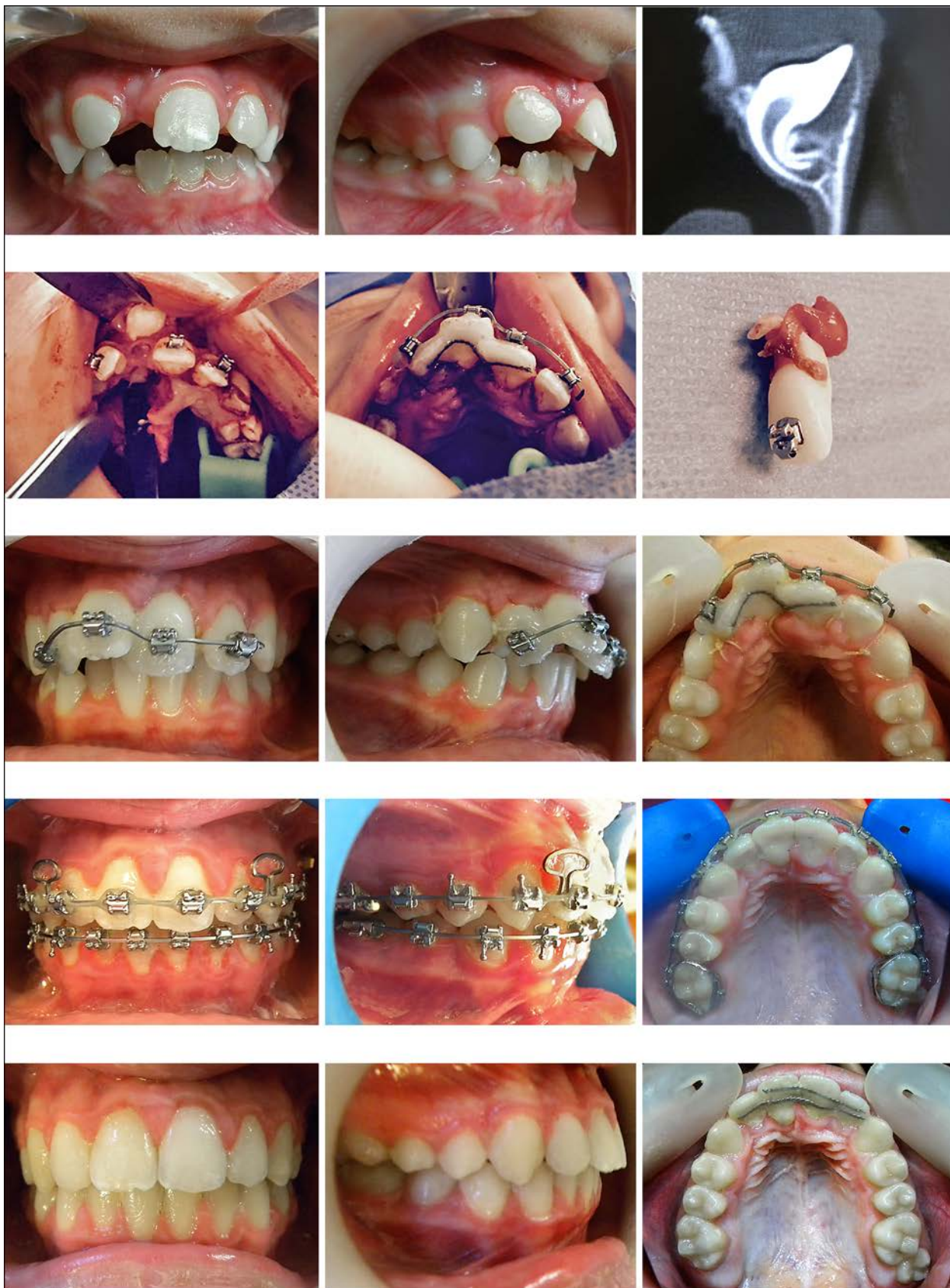


Figure 9
Exposition des différentes étapes du traitement.

Très peu d'études systématiques et de revues de la littérature portent sur le traitement de l'inclusion d'une incisive centrale. L'autotransplantation dentaire, comme vu précédemment, peut être pratiquée dans plusieurs situations : inclusion dentaire, agénésie, avulsions... Cependant, cette technique connaît des restrictions liées au site récepteur et à l'âge du patient qui réduisent la zone d'indication. La littérature a révélé que la revascularisation du tissu pulpaire avait les meilleures chances de succès lorsqu'elle était réalisée avant que le développement radiculaire du transplant atteigne les deux tiers de sa longueur finale avec un foramen apical encore bien ouvert. Celui-ci permet la croissance des vaisseaux sanguins et la migration cellulaire provenant des tissus périapicaux environnants dans la chambre pulpaire après autogreffe. D'autre part, la dent transplantée doit être mobilisée de façon atraumatique et placée dans un site récepteur assez profond et large, et exempt de toute inflammation [14].

Différentes procédures ont été évoquées au sein de la littérature afin d'outrepasser ces restrictions :

- la cryoconservation de dents immatures avec une édification radiculaire non aboutie pouvant, par la suite, être transplantées plus tardivement. Elle permet de fournir plus de temps au traitement orthodontique afin de créer un site récepteur approprié [13,24] ;
- l'apexotomie de dents matures, avec un développement radiculaire terminé, peut être utilisée afin de réouvrir l'apex et de transplanter la dent immédiatement à n'importe quel âge maintenant la possibilité d'une revascularisation [9,22].

Laureys, *et al.* ont démontré dans leur étude [13] qu'il n'y avait aucune différence significative dans la quantité de revascularisation du tissu pulpaire entre les dents cryoconservées et gardées sept jours dans une banque de dents et les dents transplantées immédiatement non gelées. Ils ont révélé également qu'il n'existait pas de différence significative dans la formation du nouveau tissu pulpaire entre les dents ayant subi une apexotomie et les dents immatures. Cependant, pour ces deux procédures, l'absence de recul clinique ne permet pas encore de tirer de conclusion. En ce qui concerne notre cas clinique, l'apex de la dent était ouvert et son site récepteur a pu être créé facilement, ce que n'indiquait aucune de ces deux procédures.

Différents protocoles de transplantations ont été décrits. Nethander, *et al.* [17] ont, en particulier, exposé la technique d'autotransplantation en deux temps ou de « stimulation desmodontale » consistant à réaliser, dans un premier temps, un traumatisme tissulaire au sein du desmodonte sur la surface entière de la racine de la dent à transplanter par une extraction suivie d'une réimplantation immédiate dans son alvéole d'origine. Cette phase de mobilisation va enclencher un processus de cicatrisation habituel au sein du desmodonte avec une interface ligament-ligament qui va réduire l'interférence du tissu osseux dans le processus. L'aménagement alvéolaire du site receveur est créé dans le même temps, les deux sites sont alors suturés de façon la plus étanche possible et une antibiothérapie est prescrite sur 28 jours. Quatorze jours après la « mobilisation » de la dent, la réparation tissulaire passe par un pic d'activité cellulaire. C'est à ce moment-là que la dent, avec ces tissus activés à la surface, est transplantée dans sa nouvelle alvéole où les fibroblastes poursuivent la régénération du desmodonte et son attache avec les structures osseuses environnantes [7]. Cette technique chirurgicale, qui a fait ses preuves, n'était pas réalisable dans le cas présenté dans ce travail en raison de la position initiale de la dent incluse, de son abord délicat ; et de la nécessité d'intervenir sous anesthésie générale.

4. Conclusion

En se basant sur le cas clinique exposé, nous pouvons conclure que l'autotransplantation est une pratique intéressante et ambitieuse chez le patient en croissance dès lors que la technique chirurgicale respecte l'intégrité du transplant.

En effet, dans le meilleur des cas, le résultat sera la conservation du transplant pour la vie du patient et, en cas d'échec, une ankylose de la dent repoussera de quelques années la pose d'un implant dans une situation clinique améliorée du fait de l'apposition osseuse consécutive à la résorption de remplacement.

Cette solution thérapeutique du fait de son bon pronostic permet d'apporter une nouvelle dimension à la gestion orthodontique des dents incluses, en prenant soin de respecter la règle du « Primum non nocere » qui doit guider les praticiens dans leur prise de décision.

Conflits d'intérêt

Les auteurs déclarent n'avoir aucun lien d'intérêt concernant les données publiées dans cet article.

Bibliographie

- [1] Andreasen JO. Atlas of Reimplantation and Transplantation of teeth. Philadelphia: Saunders Co. ed; 1992, 287 p.
- [2] Béziat JL. Chirurgie orthognathique piézoélectrique. Lyon: EDP Sciences; 2013, 396 p.
- [3] Catherine JH, Mockers O, Richard O, Roche-Poggi P, Guyot L, Olivi P, et al. Autotransplantation de dent immature. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 2007;108:46–50.
- [4] Fujita K, Kanno Z, Otsubo K, Soma K. Autotransplantation combined with orthodontic treatment in adult patients. *Orthod Waves* 2008;67:128–134.
- [5] Garcia P. Ankylose des canines incluses : étude rétrospective postchirurgicale. *Intern Orthod* 2013;11:422–431.
- [6] Garcia P. Apport des techniques d'autogreffes dentaires à l'orthodontie. *Intern Orthod* 2005;3:221–234.
- [7] Gault P. Transplantations des canines incluses. *Orthod Fr* 2013;84:221–240.
- [8] Hammarström L, Blomlöf L, Lindskog S. Dynamics of dentoalveolar ankylosis and associated root resorption. *Endod Dent Traumatol* 1989;5:163–175.
- [9] Howard C, Murray PE, Namerow KN. Dental Pulp Stem Cell Migration. *J Endod* 2010;36:1963–1966.
- [10] Jang Y, Choi YJ, Lee SJ, Roh BD, Park SH, Kim E. Prognostic Factors for Clinical Outcomes in Autotransplantation of Teeth with Complete Root Formation: Survival Analysis for up to 12 Years. *J Endod* 2016;42:198–205.
- [11] Kamar HS. La piézochirurgie : principe et applications cliniques. Thèse Doct Chir Dent. Casablanca: Univ Hassan II; 2008.
- [12] Kokai S, Kanno Z, Koike S, Uesugi S, Takahashi Y, Ono T, et al. Retrospective study of 100 autotransplanted teeth with complete root formation and subsequent orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2015;148:982–989.
- [13] Laureys W, Beele H, Cornelissen R, Dermaut L. Revascularization after cryopreservation and autotransplantation of immature and mature apicoectomized teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001;119:346–352.
- [14] Laureys WGM, Cuvelier CA, Dermaut LR, De Pauw GAM. The critical apical diameter to obtain regeneration of the pulp tissue after tooth transplantation, replantation, or regenerative endodontic treatment. *J Endod* 2013;39:759–763.
- [15] Machado LA, do Nascimento RR, Ferreira DMTP, Mattos CT, Vilella OV. Long-term prognosis of tooth auto-transplantation: a systematic review and meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2016;45:610–617.
- [16] Mockers O, Roche P, Catherine JH. Autotransplantations dentaires et orthodontie. *Rev Orthop Dento Faciale* 2006;40:199–225.
- [17] Nethander G, Andersson JE, Hirsch JM. Autogenous free tooth transplantation in man by a 2-stage operation technique. A longitudinal intra-individual radiographic assessment. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1988;17:330–336.
- [18] Nimčenko T, Omerca G, Varinauskas V, Bramanti E, Signorino F, Cicciù M. Tooth auto-transplantation as an alternative treatment option: A literature review. *Dent Res J* 2013;10:1.
- [19] Paulsen HU, Andreasen JO, Schwartz O. Pulp and periodontal healing, root development and root resorption subsequent to transplantation and orthodontic rotation: a long-term study of autotransplanted premolars. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1995;108:630–640.
- [20] Pinho T. Impaction of both maxillary central incisors and a canine. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2012;142:374–383.
- [21] Plakwicz P, Kapuscinska A, Kukuła K, Czochrowska EM. Pulp Revascularization after Repositioning of Impacted Incisor with a Dilacerated Root and a Detached Apex. *J Endod* 2015;41:974–979.
- [22] Skoglund A, Hasselgren G, Tronstad L. Oxidoreductase activity in the pulp of replanted and autotransplanted teeth in young dogs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1981;52:205–209.
- [23] Stewart DJ. Dilacerate unerupted maxillary central incisors. *Br Dent J* 1978;145:229–233.
- [24] Temmerman L, Pauw GAD, Beele H, Dermaut LR. Tooth transplantation and cryopreservation: State of the art. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;129:691–695.
- [25] Trope M, Yesilsoy C, Koren L, Moshonov J, Friedman S. Effect of different endodontic treatment protocols on periodontal repair and root resorption of replanted dog teeth. *J Endod* 1992;18:492–496.
- [26] Tsukiboshi M. Autotransplantation of teeth: requirements for predictable success. *Dent Traumatol* 2002;18:157–180.
- [27] Zachrisson BU, Stenvik A, Haanaes HR. Management of missing maxillary anterior teeth with emphasis on autotransplantation. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2004;126:284–288.