

Les micro-vis enfouies, l'ancrage osseux universel

Daniel CHILLÈS*, Jean-Gabriel CHILLÈS, Sylvia RIEMENSCHNEIDER-CHILLÈS,
 Amir-André DOUSTKAM

2 rue Metz-Juteau, 90000 Belfort, France

MOTS CLÉS :

Ancrages osseux
temporaires /
Micro-vis /
Mini-vis /
Corticotomie /
Parodontologie /
Orthodontie linguale

KEYWORDS:

Temporary bone
anchorage /
Micro-screws /
Mini-screws /
Corticotomy /
Parodontology /
Lingual orthodontics

RÉSUMÉ – Introduction : Cet article rappelle comment utiliser les micro-vis enfouies comme ancrage orthodontique et en montre les avantages. **Matériels et méthodes :** Les protocoles de mise en place chirurgicale des vis et l'utilisation des différentes connectiques sont expliqués en détail. La méthodologie clinique est développée d'une manière didactique, elle est en outre illustrée par quelques cas cliniques représentatifs. **Résultats :** L'intérêt de l'usage des micro-vis est indéniable, tant au niveau matériel, anatomique et chirurgical, mécanique qu'au niveau du confort et de la fiabilité. Son caractère universel est clairement démontré.

ABSTRACT – Embedded micro-screws, the universal bone anchorage. Introduction: This article revises how embedded micro-screws are used for orthodontic anchorage and points out advantages. **Materials and methods:** The use of surgical screws, their placement and connections are described in detail. The clinical methodology is explained step by step with illustrations and clinical cases. **Results:** Using micro-screw has no doubt many advantages, at the material, anatomic, surgical and mechanical level, as well as the comfort and reliability it provides. It represents a real universal bone anchorage.

1. Caractéristiques générales

Ces ancrages osseux sont constitués d'une ou deux micro-vis enfouies sous la muqueuse au-delà des apex et d'une connectique en fil rond de diamètre 0,45 mm en acier ou en TMA qui émerge au fond du vestibule (Fig. 1) [2, 7, 10].

La vis plaque la connectique fermement contre la corticale osseuse au travers d'une boucle dans laquelle elle a été enfilée lors de la pose.

Ces connectiques peuvent être actives ou passives, reliées à un appareil traditionnel ou directement aux dents pour agir d'une manière autonome. Elles permettent quasiment tous les mouvements orthodontiques désirés, ingressions incisives ou molaires, distalisations, mésialisations, redressements molaires, traction autonome des canines incluses maxillaires ou mandibulaires, et cela même dans des situations cliniques extrêmes.

* Auteur pour correspondance : daniel.chilles@wanadoo.fr

2. Matériel

2.1. Les vis

Ce sont des vis autforeuses en alliage de titane $TiAl_6V_4$ de 5 mm de longueur pour 2 mm de diamètre destinées à être enfouies [7](Fig. 2).

Elles peuvent être courtes et limitées à la corticale car il n'est pas nécessaire de les faire pénétrer dans l'os spongieux pour obtenir une stabilité primaire. En effet, comme le fil est plaqué directement contre l'os, il n'y a quasiment pas de bras de levier qui pourrait les faire basculer, comme c'est le cas avec les mini-vis transgingivales [12].

La limitation de la micro-vis à une pénétration dans la corticale limite *de facto* les risques anatomiques pour les structures sous-jacentes [16].

2.2. Principaux sites d'implantation

Ils sont tous extra-alvéolaires, au fond du vestibule, l'os cortical étant à ce niveau épais et dense.



Figure 1

La vis est enfouie, la connectique émerge au fond du vestibule.



Figure 2

Différents modèles de vis.

2.2.1. Au maxillaire

Il s'agit :

- du bord inférieur et latéral de l'orifice piriforme pour des ingressions incisives avec ou sans vestibulo-version, pour les tractions postéro-antérieures et les déplacements asymétriques d'arcade (Fig. 3, point A) ;
- du bord inférieur du processus zygomatique pour la traction des canines incluses, les ingressions molaires, les rétractions incisives avec ou sans ingression, les mouvements antéro-postérieurs et les déplacements asymétriques d'arcade (Fig. 3, point B).

2.2.2. À la mandibule

Il s'agit :

- de la symphyse pour toutes les ingressions incisives ou pour des mouvements sagittaux (Fig. 3, point C) ;

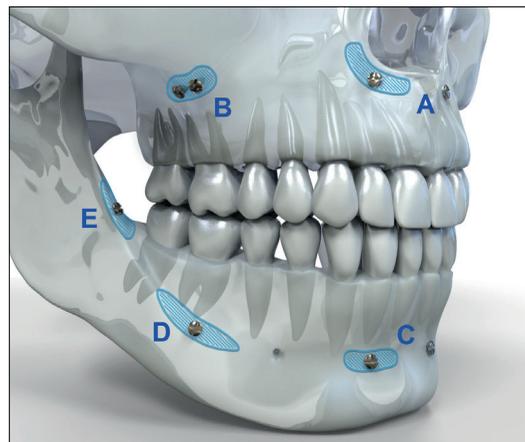


Figure 3

Les différents sites d'implantation des vis.

- de la ligne oblique externe au niveau de la première ou deuxième molaire pour des tractions de canines incluses mandibulaires, des mouvements latéraux verticaux ou antéro-postérieurs, des déplacements asymétriques d'arcade ou des redressements de molaires mésio-versées (Fig. 3, point D) ;
- de la zone rétro-molaire pour les redressements de molaires enclavées ou mésio-versées, ou des reculs dentaires (Fig. 3, point E).

2.3. Connectiques

Le principe de base est un fil de diamètre 0,45 mm (.018), en TMA ou en acier (*steel*), formé d'une boucle au travers de laquelle passe une vis qui le plaque contre la corticale osseuse et d'un bras qui émerge au fond du vestibule. Ce bras sera formé selon la mécanique désirée.

2.3.1 Nature

Le TMA, choisi pour sa nature à la fois élastique et plastique, sera activé généralement en ressort pour un ancrage direct actif. L'acier aura plutôt un rôle d'ancrage direct passif, ou indirect.

2.3.2 Nombre de boucles

Le fil peut avoir à son extrémité osseuse une ou deux boucles.

Une seule boucle correspondra à une seule vis et offrira un seul point d'appui au fil, pour un contrôle 1D, voire 2D si son bras est plié en direction vestibulaire dans sa partie extra-gingivale.

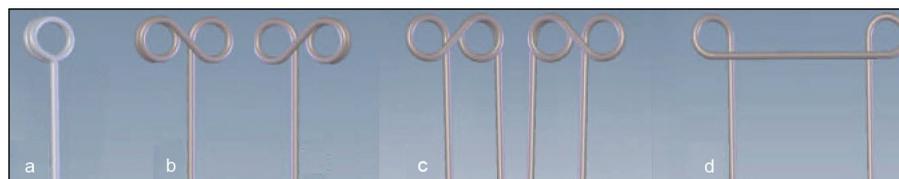


Figure 4

Les différents types de connectiques. (a) CTO/CSO. (b) CT8-1/CS8-1, version sens horaire et version antihoraire. (c) CT8-2/CS8-2, version sens horaire et version antihoraire. (d) CT8-2/CS8-2 tunnel.

Deux boucles réalisées côte à côte en forme de « 8 » permettront, elles, de placer deux vis pour obtenir un contrôle 3D du fil (comme une canne à pêche qu'on tient à deux mains), avec une activation préférentielle dans une direction selon le sens d'enroulement des boucles (sens horaire ou antihoraire) [8].

2.3.3 Nombre de bras

Le fil peut comporter un ou deux bras, deux bras permettant deux actions mécaniques totalement indépendantes pour un seul ancrage osseux.

2.3.4 Classification

La classification des connectiques dépend du matériau utilisé (TMA ou acier), de la forme de leur terminaison (en « O » pour une seule vis ou en « 8 » pour deux), ainsi que du nombre de bras émergeant (1 ou 2) :

- CTO/CSO (Cortical TMA/Steel à terminaison en forme de « O ») : il peut être activé pour une action dans deux directions de l'espace (contrôle 2D) (Fig. 4a).

Formé en crochet comme l'acier pour accrocher un élastique, le TMA peut également être plié en ressort de type « libellule ».

Il est utilisé le plus souvent pour les ingressions, sans limitations de déplacement (Fig. 10).

Il sera dans ces cas placé de chaque côté de la symphyse mandibulaire pour l'ingression des incisives inférieures, de chaque côté de l'orifice piriforme pour les supérieures, sur la ligne oblique externe mandibulaire pour les molaires inférieures, le bord inférieur du processus zygomatique pour les supérieures.

- CT8-1/CS8-1 (Cortical TMA/Steel à terminaison en forme de « 8 », 1 bras) : le TMA permet d'obtenir des forces légères et de grande amplitude, à la manière d'un « *balista spring* » (contrôle 3D) (Fig. 4b).

Son utilisation phare est la traction et la mise en place des canines incluses [3, 8] (Fig. 13). À partir du bord inférieur du processus zygomatique du maxillaire pour les canines supérieures, de la ligne oblique externe mandibulaire en regard des premières molaires pour les canines inférieures. L'acier (*steel*) sera plutôt utilisé pour un ancrage direct passif, ou indirect.

Une petite variante de forme est le CT8/CS8 longitudinal, le « 8 » est allongé dans le prolongement du bras. Cette forme est utilisée principalement de chaque côté de l'orifice piriforme pour les mésialisations supérieures et au niveau du bord antérieur de la branche montante pour le redressement de molaires inférieures mésioversées (Fig. 11).

- CT8-2/CS8-2 : variante du CT8-1 ou du CS8-1 à deux bras pour une action double (contrôle 2 fois 3D) (Fig. 4c).

Placé dans le processus zygomatique du maxillaire, le bras postérieur pourra, par exemple, distaler les molaires alors que le bras antérieur tracera le groupe incisives-canines-prémolaires en arrière (Fig. 11).

Le CT8-2 et le CS8-2 ont une forme dite de « tunnel », toujours symphysaire. Le fil ayant été glissé dans un tunnel sous-périosté, les deux boucles sont espacées et les bras émergent de chaque côté de la symphyse (Fig. 4d). Son utilisation principale est la mésialisation des molaires dans le cas d'agénésie de prémolaires inférieures.

3. Protocoles de pose et de dépose

Après anesthésie locale de part et d'autre du site, une incision de 10 à 12 mm est réalisée horizontalement au bistouri au fond du vestibule jusqu'au contact osseux (Fig. 5a). Les tissus mous sont ensuite repoussés à l'aide d'une rugine afin de mettre l'os à nu pour pouvoir placer la vis (Fig. 5b).

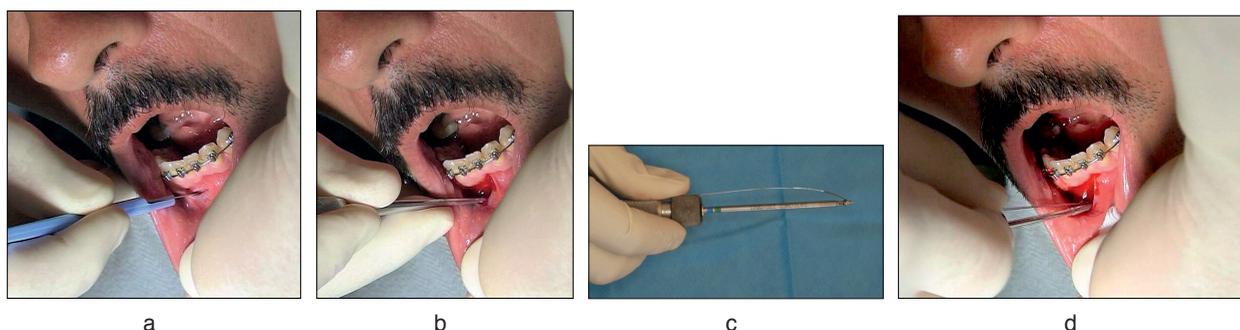


Figure 5

(a) Faire une incision horizontale au fond du vestibule. (b) Ruginer. (c) La connectique est prête à être fixée. (d) Visser.



Figure 6

Tracé général d'incision en fond de vestibule. Il n'y a jamais de lambeau.

Celle-ci est vissée directement avec sa connectique (Fig. 5c et d), plaquant ainsi contre la corticale la boucle dans laquelle elle a été enfilée, le bras étant du côté osseux.

Le fil de la connectique émerge au niveau du trait d'incision.

Il n'a pas de points de suture.

La mise en charge est immédiate.

La prescription post-opératoire est généralement limitée à des antalgiques de niveau 1, exception faite du niveau du processus zygomatique pour les adultes, pour lesquels une médication anti-inflammatoire (amoxicilline/prednisolone) peut être prescrite en préventif d'un éventuel œdème post-opératoire.

La cicatrisation est rapide.

La dépose se fera de la même façon, avec peu de suites opératoires.

Remarques importantes concernant cette partie chirurgicale

Nous ne réalisons jamais de lambeau, uniquement une incision horizontale sans décharge le long du fond du vestibule (Fig. 6 et 13h).

Malgré cela, l'écartement des tissus est suffisant pour ruginer l'os et placer une ou deux vis.

Tout peut être fait presque en aveugle car il y a peu de risques anatomiques dans les zones que nous avons définies. De plus, les vis sont courtes et se limitent quasiment à la corticale osseuse.

Nous ne réalisons jamais de points de sutures non plus car la pression réalisée naturellement à ce niveau par les muscles jugaux et labiaux suffit pour une coaptation parfaite des berges de la plaie. L'incision étant de faible étendue, des sutures n'apporteraient aucun bénéfice hémostatique. Elles pourraient de surcroît être responsables d'une inflammation locale par rétention de plaque [14] ou être mobilisées par les aliments et la mastication, augmentant le risque de surinfection [15].

La plaie sera simplement brossée à partir du lendemain avec une brosse à dent post-opératoire trempée dans un bain de bouche à la chlorhexidine. Les suites opératoires sont quasiment nulles et la cicatrisation étonnamment rapide [20].

Site et profil d'émergence des connectiques

Les fils émergent toujours au centre du fond de vestibule.

En deçà, le fil est plaqué contre l'os. Au-delà, il doit être écarté pour respecter l'épaisseur de la gencive le long de laquelle il va courir. Il est donc nécessaire de réaliser une petite baïonnette sur le fil pour l'écarter de l'os.

Nous la réalisons exactement au niveau de l'incision à l'aide d'un « pousse-ressort » dont la gorge coiffe le fil et que nous tournons d'environ un quart de tour (Fig. 7). L'appui d'un doigt sur la branche libre près de l'instrument permet de réaliser et de

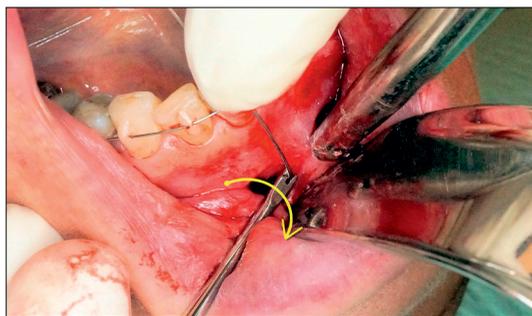


Figure 7

Réalisation de la baïonnette à l'aide d'un pousse-ressort.



Figure 8

Le fil est correctement centré au fond du vestibule.

contrôler sa pliure avale afin d'obtenir un écartement optimal du fil par rapport à la muqueuse gingivale (Fig. 8).

S'il est trop serré contre elle, il risque de s'enfouir et de perdre ses qualités mécaniques (Fig. 9). S'il est trop écarté au contraire, il risquera de gêner les muqueuses jugales ou labiales.

4. Méthodologie clinique

Chaque cas clinique va demander une réponse à quatre questions, toujours les mêmes, en fonction des mouvements dentaires désirés :

1. Quel site anatomique ?
2. Combien de vis ?
3. Nature du fil ?
4. Combien de bras ?

4.1. Exemple : cas clinique n° 1 (Fig. 10)

• Diagnostic synthétique :

Supracluse totale par égression des incisives et canines maxillaires et mandibulaires. Pertes osseuses dans un tableau de parodontopathie sous contrôle.

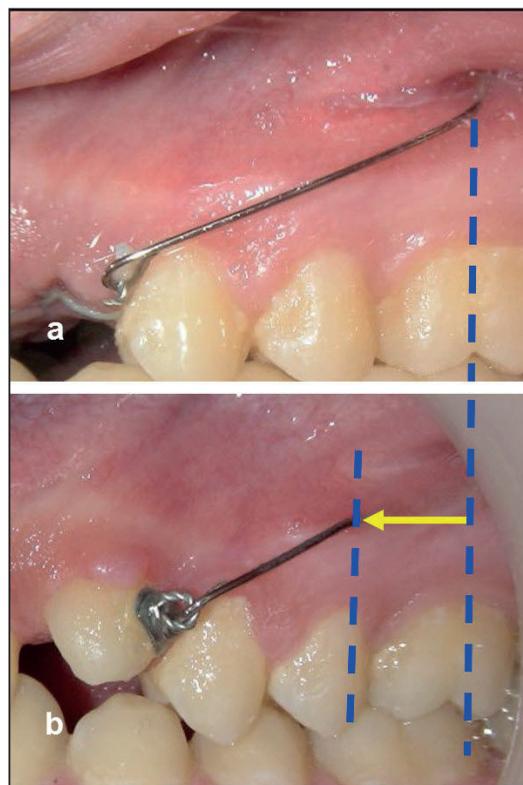


Figure 9

(a) Le fil est trop serré contre la muqueuse gingivale. (b) Il s'enfouit progressivement.

• Plan de traitement :

Ingressions incisives et canines maxillaires et mandibulaires pour gagner de l'os au niveau des racines et récupérer une occlusion acceptable.

– Quels sites anatomiques ?

Les bords latéraux inférieurs de l'orifice piri-forme pour les incisives et les canines maxillaires. De chaque côté de la symphyse pour les dents mandibulaires.

– Combien de vis ?

Une de chaque côté, il s'agit d'une traction dans la direction des vis.

– Nature du fil ?

TMA au maxillaire pour réaliser des ressorts « li-bellule ».

Acier à la mandibule pour accrocher une chaîne élastomérique.

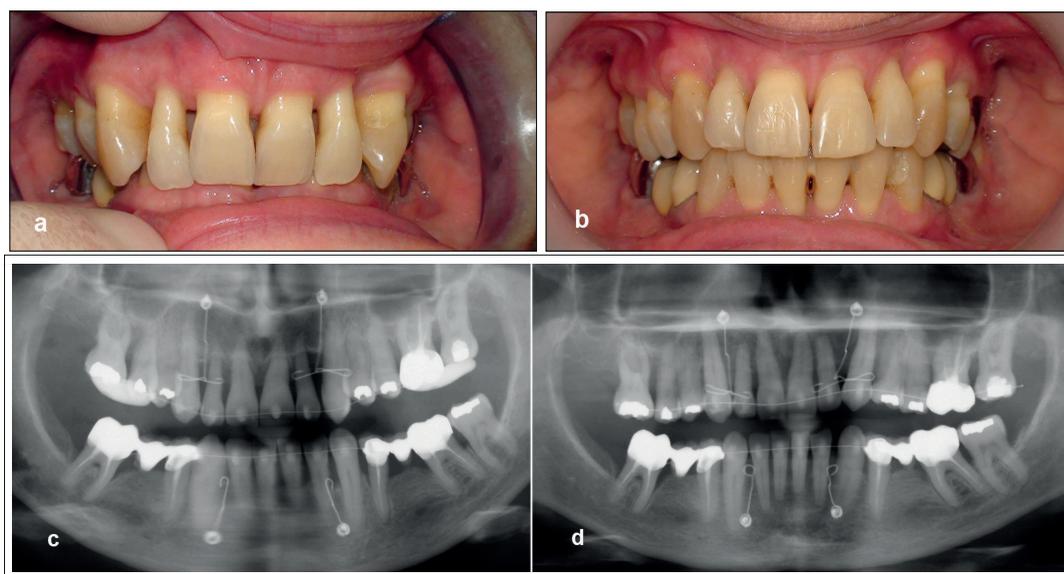


Figure 10

(a) Vue intra-buccale avant traitement. (b) Après ingression des incisives et canines maxillaires et mandibulaires. (c et d) Les radiographies avant et après traitement montrent le gain osseux obtenu (détails du cas dans un précédent article [6]).

– *Combien de bras ?*

Un bras.

Connectiques retenues : 2 CTO orifice piri-forme et 2 CSO symphysaires.

4.2. Exemple : cas clinique n° 2 (Fig. 11)

• *Diagnostic synthétique* :

Secteurs latéraux maxillaires mésialés en classe II bout à bout.

Déviations des incisives maxillaires à gauche, la 22 qui était en ectopie palatine a été avulsée il y a quelques années.

Édentement 46, 47 mésioversée.

• *Plan de traitement* :

Recul des secteurs latéraux maxillaires (une traction distale au niveau molaire et une autre au niveau canin).

Déplacement des incisives maxillaires à droite, recentrage des milieux avec ouverture de l'espace 22.

Redressement de 47 (nécessite à la fois traction en distal et ingression).

À terme, remplacement prothétique de 22 et de 46 par des implants.

– *Quels sites anatomiques ?*

Le bord inférieur des processus zygomatiques pour le maxillaire, la zone rétromolaire à droite pour la mandibule.

– *Combien de vis ?*

Deux de chaque côté au maxillaire pour des actions 3D, deux à la mandibule pour une action à la fois de distorsion et d'ingression [9].

– *Nature du fil ?*

Acier. Le bras antérieur sera passif, le postérieur avec une composante active en distal.

– *Combien de bras ?*

Deux bras au maxillaire, un seul à la mandibule.

Connectiques retenues : 2 CS8-2 zygomatiques et 1 CS8 rétro-molaire.

4.3. Exemple : cas clinique n° 3 (Fig. 12)

• *Diagnostic synthétique* :

Classe II subdivision droite complète.

Supracluse des incisives par égression des incisives inférieures.

Mastication unilatérale droite, luxation discale réductible de l'ATM droite.

Désir d'un traitement rapide.



Figure 11

(a-e) Vues intra-buccales avant traitement. (f-i) Le bas antérieur du CS8-2, passif, tracte les canines en distal par l'intermédiaire d'une chaînette élastomérique ; son bras postérieur, activé par une déformation en direction distale, exerce lui-même une force distalante sur les couronnes des molaires. (j et k) Le CS8 longitudinal placé dans le bord antérieur de la branche montante, qui est plus vestibulaire, agit d'une manière déportée en lingual pour ingresser et tracter la 47 en distal. (l) Vue occlusale en fin de traitement orthodontique.



Figure 11 (suite)

(m-q) L'appareil orthodontique a été déposé, le cas est en cours de réalisation prothétique.



Figure 12

(a-e) Vues intra-buccales avant traitement. (f-h) Corticotomies de 17 à 23 et de 33 à 43 avec allogreffes au niveau des incisives. (i-k) Vues intra-buccales en cours de traitement.

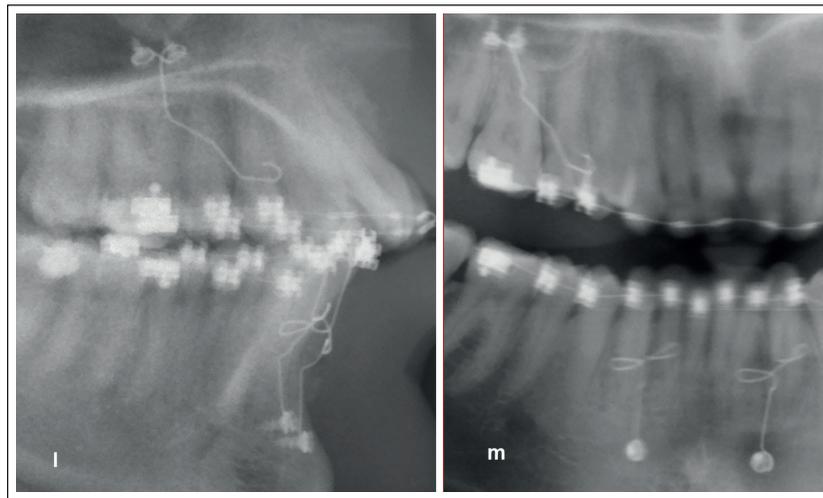


Figure 12 (suite)

(l et m) Les CTO symphysaires « libellule » ont une action directe, le CS8-1 zygomatique est un ancrage indirect qui permet le recul des molaires, puis des prémolaires et le recul canin. (n-r) Situation à sept semaines. (s-w) Résultat final après 11 mois de traitement.

• **Plan de traitement :**

Corticotomies 17–23 + 33–43 pour accélérer les mouvements, avec allogreffe au niveau des incisives.

Recul du secteur maxillaire droit et ingression des incisives mandibulaires sur ancrages micro-vis enfouies.

Récupération d'une mastication bilatérale alternée.

– **Quels sites anatomiques ?**

Le bord inférieur du processus zygomatique droit pour les dents maxillaires, de chaque côté de la symphyse pour les dents mandibulaires.

– **Combien de vis ?**

Deux au niveau maxillaire pour une action 3D, une de chaque côté de la symphyse mandibulaire pour une traction en direction de la vis.

– **Nature du fil ?**

Acier pour le maxillaire pour un ancrage indirect. TMA pour la mandibule, formé en ressort « libellule » pour une action directe active.

– **Combien de bras ?**

Un bras pour chaque ancrage.

Connectiques retenues : 1 CS8 zygomatique et 2 CTO symphysaires.

4.4. Exemple : Cas clinique n° 4 (Fig. 13)

• **Diagnostic synthétique :**

Canine maxillaire droite incluse en palatin, occlusion générale satisfaisante par ailleurs. Adolescent désirant à tout prix un traitement « sans appareil ».

• **Plan de traitement :**

Traction et mise en place de la canine d'une manière autonome avec des ancrages osseux.

– **Quels sites anatomiques ?**

Le bord inférieur du processus zygomatique du côté de la canine à tracter.

– **Combien de vis ?**

Deux vis pour une action contrôlée 3D.

– **Nature du fil ?**

TMA car c'est sa déformation qui permettra d'exercer les forces de traction adéquates.

– **Combien de bras ?**

Un bras, car il n'y a qu'une seule action désirée.

Connectique retenue : 1 CT8 zygomatique.

5. Discussion

L'intérêt des micro-vis est à plusieurs niveaux :

- Au niveau matériel, quelques connectiques de formes standard permettent de traiter tous les cas cliniques. Elles sont stérilisées sous sachet et sont placées en même temps que les vis ;
- Au niveau anatomique et chirurgical, les sites d'insertion sont bien définis et ne nécessitent pas d'examen complémentaire. Les micro-vis sont toujours placées dans un os basal bien corticalisé quels que soient l'âge et le cas clinique. Elles sont utilisables même dans les cas d'atteintes parodontales importantes [5, 6] ou de corticotomies, contrairement aux mini-vis transgingivales qui nécessitent, elles, de trouver un os alvéolaire de bonne qualité sous de la muqueuse attachée [21]. C'est une chirurgie mini-invasive simple, rapide et sans risque qui peut être à la portée de l'orthodontiste lui-même.
- Au niveau mécanique, la situation de la vis au-delà des apex limite le risque d'interférence avec les racines dentaires. Les mouvements dentaires peuvent être de grande amplitude car l'émergence en fond de vestibule permet une grande longueur active de fil. Le système est totalement polyvalent. Tous les mouvements orthodontiques peuvent être réalisés, de manière autonome ou en complément d'un appareil multi-attache vestibulaire ou lingual.
- Au niveau confort, Il n'y a aucune tête de vis apparente ni aucun relief mécanique susceptible d'irriter la muqueuse jugale ou labiale. À l'émergence de la connectique, au fond du vestibule, il n'y a pas de déplacement fonctionnel des tissus,

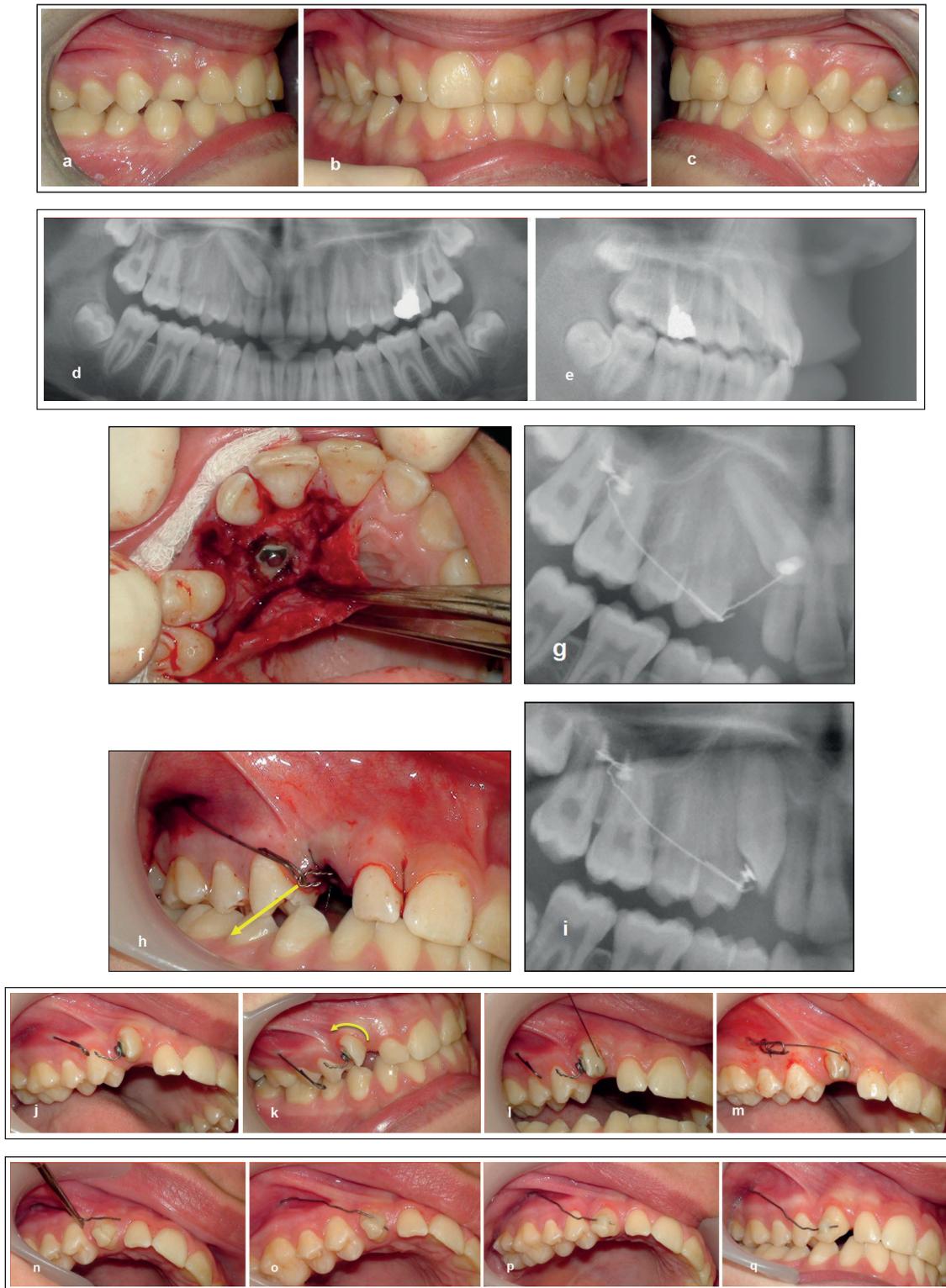


Figure 13

(a-e) 13 incluse palatine avec persistance de la 53. (f) Dégagement chirurgical, collage d'un bouton. (g et h) Le CT8 a été posé et tracte la 13 en vestibulaire par l'intermédiaire d'une ligature accrochée au bouton. Dégagement et traction sont réalisés dans la même séance. (i) La canine part en rotation. (j-m) Pour corriger cette rotation, un fil NiTi .012 est collé sur la face vestibulaire de 13, puis accroché sous tension au CT8 dont la forme a été modifiée pour exercer, cette fois, une pression en direction palatine. (n-q) La correction n'est pas totale, elle est complétée par une action directe du CT8 qui est reformé et engagé dans un tunnel réalisé en composite sur la face vestibulaire de la couronne de 13.

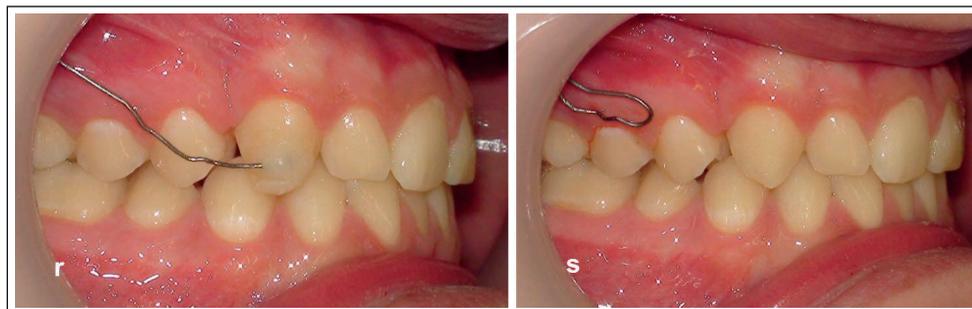


Figure 13 (suite)

(r) Situation en fin de correction de la rotation. (s) La 13 est en place, le CT8 a été replié pour ne pas gêner avant sa dépose.

donc pas de risque non plus d'interférence avec la muqueuse libre. Le système est très discret et n'entraîne que peu de gêne.

- Au niveau fiabilité, une étude longitudinale dans notre cabinet et au centre hospitalier universitaire de Strasbourg avec un échantillon important de 434 dispositifs consécutifs posés par cinq praticiens différents, avec au minimum une année de recul, montre un taux de succès de 96,8 % [11].

Trois raisons, entre autres, permettent d'expliquer l'excellente fiabilité des micro-vis :

- anatomique : l'os est toujours bien corticalisé, ce qui diminue la nécessité d'un ancrage dans l'os spongieux [19] ;
- mécanique : le bras de levier est quasiment inexistant, il n'y a pas de mouvement tendant à faire basculer la vis [12] ;
- biologique : la distance importante entre la vis et l'émergence du fil dans la cavité buccale garantit une absence de contamination bactérienne et limite l'inflammation [18], facteur clé de la stabilité des ancrages osseux [1, 4, 13, 17].

À retenir

La simple incision horizontale au fond du vestibule.

L'émergence du fil au même niveau.

L'absence de nécessité de points de suture et les faibles suites post-opératoires.

La polyvalence et la fiabilité.

6. Conclusion

Ce système peut être utilisé dans tous les cas cliniques rencontrés, y compris ceux avec atteintes parodontales ou dans les cas de corticotomies.

Il peut être utilisé quelle que soit la technique orthodontique employée, vestibulaire ou linguale, et même, dans certains cas, d'une manière autonome, sans appareil.

Sa chirurgie mini-invasive est à la portée de l'orthodontiste lui-même.

La situation des vis au-delà des apex limite les risques d'interférence avec les racines dentaires, la longueur active des fils permet des mouvements dentaires de grande amplitude.

Toutes ces caractéristiques ainsi que sa discrétion et sa fiabilité lui font bien mériter le qualificatif d'universel.

Conflits d'intérêt

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

Bibliographie

- [1] Antoszewska J, Raftowicz-Wójcik K, Kawala B, Matthews-Brzozowska T. Biological factors involved in implant-anchored orthodontics and in prosthetic-implant therapy: a literature review. Arch Immunol Ther Exp (Warsz) 2010;58(5):379–383.
- [2] Bassigny F, Chillès D, Chillès J-G, Dumoulin B. Nouvelles conceptions de l'ancrage en orthodontie. Éditions CdP ; 2013, p. 183–194.
- [3] Brézulier D, Sorel O. Les minivis : amélioration de la tenue, nouvelles perspectives. Rev Orthop Dento-Faciale 2016;50:265–274.
- [4] Chen YJ, Chang HH, Huang CY, Hung HC, Lai EH, Yao CC. A retrospective analysis of the failure rate of three different orthodontic skeletal anchorage systems. Clin Oral Implants Res 2007;18(6):768–775.
- [5] Chillès D. L'Orthodontie autrement. Des attaches extemporanées réalisées en résine composite. Orthod Fr 2009;80:305–312.
- [6] Chillès D. L'Orthodontie autrement. Du torque sans torque. Orthod Fr 2013;84:271–276.

- [7] Chillès D, Chillès J-G. Introduction à l'utilisation de vis de chirurgie maxillo-faciale comme ancrage orthodontique. *Rev Orthop Dento-Faciale* 2006;40:63–90.
- [8] Chillès D, Chillès J-G. Un dispositif à ancrage squelettique pour la traction et la mise en place des canines incluses. *Rev Orthop Dento-Faciale* 2009;43:67–86.
- [9] Chillès J-G. Apport des mini-vis au traitement orthodontique des molaires mandibulaires mésio-versées. Thèse de Doctorat en Chirurgie dentaire, Faculté de Chirurgie dentaire de Strasbourg 2008, n° 27.
- [10] Chillès J-G, Riemenschneider-Chillès S. Utilisation des minivis corticales courtes en orthodontie. *Orthod Fr* 2011;82:253–268.
- [11] Doustkam A. Les micro-vis sous-muqueuses comme ancrage osseux temporaire en pratique orthodontique : étude longitudinale sur 16 ans. Thèse de Doctorat en Médecine, Faculté de Médecine de Strasbourg 2016, n° 104.
- [12] Holmgren EP, Seckinger RJ, Kilgren LM, Mante F. Evaluating parameters of osseointegrated dental implants using finite element analysis - a two-dimensional comparative study examining the effects of implant diameter, implant shape, and load direction. *J Oral Implantol* 1998;24(2):80–88.
- [13] Kuroda S, Sugawara Y, Deguchi T, Kyung H-M, Takano-Yamamoto T. Clinical use of miniscrew implants as orthodontic anchorage: Success rates and postoperative discomfort. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131(1):9–15.
- [14] Leknes KN, Selvig KA, Boe OE, Wikesjö UME. Tissue reactions to sutures in the presence and absence of anti-infective therapy. *J Clin Periodontol* 2005;32(2):130–138.
- [15] Matalon S, Kozlovsky A, Kfir A, Levartovsky S, Mazor Y, Slutzky H. The effect of commonly used sutures on inflammation inducing pathogens – An in vitro study. *J Cranio Maxillofac Surg* 2013;41(7):593–597.
- [16] Mer G, Brezulier D, Sorel O. Échecs des ancrages osseux. *Orthod Fr* 2016;87:67–76.
- [17] Moon CH, Lee DG, Lee HS, Im JS, Baek SH. Factors associated with the success rate of orthodontic miniscrews placed in the upper and lower posterior buccal region. *Angle Orthod* 2008;78(1):101–106.
- [18] Park HS, Jeong SH, Kwon OW. Factors affecting the clinical success of screw implants used as orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130(1):18–25.
- [19] Samrit V, Kharbanda O, Duggal R, Seith A, Malhotra V. Bone density and miniscrew stability in orthodontic patients. *Aust Orthod J* 2012;28(2):204–212.
- [20] Sculean A, Gruber R, Bosshardt DD. Soft tissue wound healing around teeth and dental implants. *J Clin Periodontol* 2014;41:S6–S22.
- [21] Steve M, Racy E, Kerbrat J-B. Choisir et mettre en place les mini-vis d'ancrage squelettiques : notions importantes. *Orthod Fr* 2016;86:295–302.